Etude de l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes

Michael Liabot

▶ **To cite this version:**

Michael Liabot. Etude de l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes. Economies et finances. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. NNT : 2017GREAA009 . tel-01522634

HAL Id: tel-01522634
https://theses.hal.science/tel-01522634

Submitted on 15 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Communauté
UNIVERSITÉ Grenoble Alpes

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE LA COMMUNAUTE UNIVERSITE GRENOBLE ALPES

Spécialité : **Sciences économiques**

Arrêté ministériel : 25 mai 2016

Présentée par

Michaël LIABOT

Thèse dirigée par : **Patrick MUSSO** et **Rachel BOCQUET**

Préparée au sein du **Laboratoire IREGE**
dans **l'École Doctorale SISEO**

Étude de l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes

Thèse soutenue publiquement le **4 avril 2017**,
devant le jury composé de :

Madame Flora BELLONE
Professeur des Universités, Université de Nice Sophia-Antipolis, Rapporteur
Madame Rachel BOCQUET
Professeur des Universités, Université Savoie Mont-Blanc, Directrice de thèse
Monsieur Patrick MUSSO
Professeur des Universités, Université de Nice Sophia-Antipolis, Directeur de thèse
Monsieur Julien PÉNIN
Professeur des Universités, Université de Strasbourg, Rapporteur
Madame Mareva SABATIER
Professeur des Universités, Université Savoie Mont-Blanc, Suffragant, Président de jury

L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

À Anne-Sophie,

« It's a magical world [...] Let's go exploring! »

Bill Watterson
(Calvin & Hobbes)

Remerciements

Chaque thèse est différente. Chacun débute cette aventure pour des raisons qui lui sont propres. De ce fait, les bénéfices dépendent fortement de ce que l'on est venu chercher, et de ce que l'on apporte soi-même. Pour ma part, la thèse aura principalement été un défi humain. Elle m'aura permis d'apprendre beaucoup sur moi-même, et de gagner en maturité. Mais la thèse n'est pas un travail solitaire, et ce document n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien de nombreuses personnes.

Je tiens en premier à lieu remercier mes directeurs de thèse, les professeurs Rachel Bocquet et Patrick Musso pour la confiance qu'ils m'ont accordée en me permettant de réaliser ma thèse. Je tiens également à les remercier pour leur très forte implication tout au long de ce travail. Ils m'ont permis de mener à bien mon projet de recherche de manière autonome, tout en me conseillant et en m'aidant à affiner et enrichir mes idées. Je les remercie également pour leurs nombreuses relectures, souvent dans des délais plus que restreints. Leurs commentaires, toujours pertinents, ont été essentiels à la réussite de ce projet. Ce travail n'aurait certainement pas pu aboutir sans leur soutien efficace et bienveillant.

Je souhaite également adresser toute ma gratitude au professeur Rachel Bocquet pour avoir cru en moi, et pour m'avoir soutenu et conseillé avec sagesse pendant mes périodes de doute. Merci enfin pour m'avoir permis d'intégrer l'équipe du projet INTERREG PME Asie, qui représente une opportunité unique d'étendre le travail amorcé dans le cadre de cette thèse.

Mes remerciements vont ensuite aux différents membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail doctoral. Merci aux professeurs Flora Bellone et Julien Pénin, qui ont accepté d'être mes rapporteurs. Merci enfin au professeur Mareva Sabatier, pour son rôle de suffragant.

Je remercie la région Auvergne Rhône-Alpes et le cluster ARC 8 pour le financement de trois années de thèse, sans lequel la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible. L'engagement de la région envers la recherche publique est essentiel, et je suis très reconnaissant d'avoir pu bénéficier de conditions aussi favorables.

Je remercie également le comité du secret statistique de l'INSEE pour m'avoir accordé l'accès aux enquêtes CIS et EAE, qui m'ont permis d'obtenir les résultats économétriques présentés dans cette thèse.

Merci également à l'ensemble de mes collègues, membres actuels et anciens de l'IREGE, que je côtoie depuis toutes ces années. Merci à Muriel et Gersende, duo de choc dont la bonne humeur n'a d'égal que leur efficacité. Je tiens ensuite à remercier le professeur Mareva Sabatier. Ses qualités professionnelles (en tant que chercheur, enseignante et directrice de laboratoire) et humaines méritent d'être soulignées ici. Merci également aux professeurs Caroline Mothe, Aude Pommeret et Jean-François Gajewski.

Merci à Lauriane, Guillaume, Étienne, Prudence, Amy, Lilyana et Maroua. Nous avons partagé tellement de joies, de peines, et de réussites. Ces moments forgent des liens particuliers, qui je l'espère perdureront bien après nos soutenances.

Merci également à Anna, Anaïg, Anne, Amandine, Belinda, Bénédicte, Bérengère, Boris, Caroline, Céline, Daniel, Dorothée, Ekaterina, Élodie, Emmanuelle, Émilie, Lydie, Manel, Marie, Mathieu, Sandra, Sarah, Tarik et tous les autres. Vos conseils, vos encouragements et tous les moments que nous avons passés autour d'un café ou d'un petit déjeuner ont été précieux pour moi. Merci également à Kristian pour les discussions que nous avons pu avoir sur le passé et l'avenir des politiques publiques. Je souhaite bon courage à Camille, Caroline et Olga, pour qui le voyage ne fait que commencer.

Merci ensuite à ma famille, qui a toujours été à mes côtés dans les moments difficiles. J'ai une pensée affectueuse pour mes neveux, Gabriel, Lenny et Zacharie. Leur sourire me remonte le moral en toute circonstance. Merci à ma mère, ainsi qu'à mes beaux-parents. Vous m'avez tant aidé pendant ces années.

Je tiens tout particulièrement à remercier Stéphanie, Loic et leur fille Elise, qui s'engagent aujourd'hui dans la plus belle des aventures, ainsi que Grégory, Tristan et Arnaud. Votre amitié est précieuse, et j'ai hâte de mettre en œuvre tous les projets que nous avons élaborés pour « l'après thèse ».

Je tiens enfin à remercier la personne qui a rendu tout cela possible. Merci Anne-Sophie, mon amour, qui est devenue ma femme en ce 30 juillet 2016. Ce manuscrit t'est dédié.

Sommaire

SOMMAIRE....10
INTRODUCTION GENERALE....13
CHAPITRE 1. LES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION : PERSPECTIVES HISTORIQUE ET INTERNATIONALE....35
1. L'EMERGENCE DE LA POLITIQUE D'INNOVATION DEPUIS 1945....35
2. LES MUTATIONS DU POLICY-MIX FRANÇAIS EN FAVEUR DES AIDES FISCALES A L'INNOVATION....51
3. SYNTHESE....65
CHAPITRE 2. L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES....69
1. EVALUATION DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION : DES EFFETS POSITIFS SUR LA R&D ET L'INNOVATION, MAIS UN IMPACT SUR L'EXPORTATION LARGEMENT IGNORES....71
2. LES LIENS ENTRE LES ACTIVITES D'INNOVATION ET D'EXPORTATION DES FIRMES, A COURT TERME....89
3. CADRE D'ANALYSE : IDENTIFICATION DES VECTEURS PAR LESQUELS LES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION IMPACTENT L'EXPORTATION DES FIRMES....104
CHAPITRE 3. ANALYSE EMPIRIQUE DE L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES, EN L'ABSENCE DE PRISE EN COMPTE DU ROLE SPECIFIQUE DE LA R&D....113
1. DONNEES ET VARIABLES UTILISEES DANS L'ANALYSE EMPIRIQUE....114
2. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES, EN PRESENCE D'ENDOGENITE ENTRE L'INNOVATION DE PRODUIT ET L'EXPORTATION....131
3. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION EN PRESENCE DE SELECTION NON-ALEATOIRE DES FIRMES SUBVENTIONNEES....151
CHAPITRE 4. LE ROLE CENTRAL DE LA R&D DANS L'EVALUATION DE L'IMPACTS DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES....173
1. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'INVESTISSEMENT EN R&D (ETAPES 1 ET 2) .176
2. L'IMPACT DE LA R&D INDUITE PAR L'INTERVENTION PUBLIQUE SUR LA RELATION ENDOGENE ENTRE INNOVATION DE PRODUIT ET EXPORTATION (ETAPES 3 ET 4)....187
CONCLUSION GENERALE....201
BIBLIOGRAPHIE....216
LISTE DES TABLEAUX....234
LISTE DES GRAPHIQUES....237
LISTE DES FIGURES....239
ANNEXES....240

Introduction générale

Introduction générale
Chapitre 1 : Les aides à l'innovation en France : perspectives historique et internationale
Chapitre 2 : L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Chapitre 3 : Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Conclusion générale

Introduction générale

Les aides directes et fiscales en faveur de l'innovation constituent les principales composantes de la politique d'innovation française. Ces dispositifs permettent principalement de stimuler l'investissement en Recherche et Développement (R&D) au sein d'un pays. Elles sont très largement utilisées pour réduire les défaillances de marché associées à l'activité d'innovation. Selon le rapport intermédiaire de la Commission Nationale d'Evaluation des Politiques d'Innovation (CNEPI, 2016), le budget en France consacré à l'intervention publique en faveur de l'innovation s'élevait à 10 milliards d'euros (en euros constants) en 2014. Il a plus que doublé en 15 ans. Ce montant est réparti entre l'État, les régions et l'Union européenne. À titre de comparaison, la CNEPI note que les financements publics à l'innovation représentent *« plus de 25 % du budget de la Justice »*. Compte tenu de l'importance croissante des aides publiques à l'innovation, la question de leur efficacité se place au cœur du débat public. Et ce d'autant plus que certains économistes tendent à communiquer largement sur l'échec de la politique d'innovation française :

« Il y a donc une forte volonté de la politique économique en France de soutenir l'innovation, l'investissement, la modernisation des entreprises. Mais on ne voit aucun effet concret au niveau macroéconomique de ces politiques. La recherche et développement des entreprises françaises n'a pas augmenté. [...] La part de marché à l'exportation de la France continue à reculer, la balance commerciale industrielle à se dégrader, ce qui reflète la faiblesse croissante du nombre d'entreprises exportatrices. »

P. Artus, Les Échos, 22 mai 2013

Ainsi, selon P. Artus (2013), l'intervention publique en faveur de l'innovation ne parviendrait pas à favoriser l'innovation et l'exportation des firmes à l'échelle macroéconomique. Ces deux activités, qui constituent des leviers essentiels de croissance économique, ont en effet fortement évolué au cours des quinze dernières années. En France, le montant total des dépenses internes de R&D (publiques et privées) atteint 47,48 milliards d'euros en 2013 (2,24 % du PIB), alors qu'il ne s'élevait qu'à 36,23 milliards en 2005 (2,04 % du PIB) (INSEE, 2016). Cela représente une augmentation du montant investi, en valeur, égale à 31,05 %. Malgré cela, l'investissement global en R&D des firmes françaises s'élève à 2,26 % du PIB pour 2014, en dessous de la moyenne de l'OCDE (2,37 %).

Concernant les exportations, le déficit commercial français s'est nettement accentué ces dernières années, atteignant 30 milliards d'euros pour l'année 2015 (INSEE, 2016). Par ailleurs, selon l'INSEE, seulement 18,8 % des firmes industrielles françaises exportaient en 2014 pour un taux d'exportation moyen de 39 % (INSEE, 2015). Les données des douanes montrent également que, depuis 2001, le nombre de firmes démarrant une activité d'exportation est systématiquement plus faible que le nombre de firmes qui en sortent. Ainsi, la compétitivité de la France est aujourd'hui plus faible que celle d'autres pays de l'OCDE, comme l'Allemagne ou le Royaume Uni (Bellone et Chiappini, 2014[1], 2016). Il est à noter que la définition de la compétitivité d'un pays ne fait pas l'objet d'un consensus au sein de la littérature (Mulatu, 2016). Bellone et Chiappini (2016) montrent d'ailleurs que cette dernière a fait l'objet d'une évolution importante au cours du temps. En 2016, la CNEPI (2016, p. 87), évoque ainsi le terme de « *compétitivité industrielle* », sans en proposer une définition spécifique. Cette thèse retiendra la définition de la compétitivité proposée par l'OCDE (2016), et reprise par Bellone et Chiappini (2016 p. 7) : « *La compétitivité est une mesure des avantages ou des désavantages d'un pays à vendre ses produits sur les marchés internationaux* »

À l'échelle de la firme, ce constat d'échec se traduit par l'existence d'un effet d'aubaine selon lequel l'argent public est dépensé sans modifier les comportements des firmes. Elles reçoivent simplement les aides publiques sans accroitre leur effort de R&D. Deux raisons principales sont avancées au sein de la littérature empirique sur le sujet. D'une part, les firmes peuvent adopter un comportement de « *passager clandestin* » (Heijs, 2003 ; Wallsten, 2000). Dans ce cas, l'effet d'aubaine résulte d'un aléa moral. Les firmes candidatent pour l'obtention d'aides dans le but de les utiliser à d'autres fins que l'innovation. D'autre part, González, Jaumandreu et Pazo, (2005) montrent que les firmes aidées peuvent renoncer à leurs investissements en R&D si elles rencontrent des obstacles trop importants pour que l'investissement soit rentable. Une des barrières à l'innovation identifiée par les auteurs concerne les conditions de demande. Les firmes, anticipant des bénéfices trop faibles sur leur marché, décident de ne pas investir en R&D, malgré l'obtention d'une aide à l'innovation. P. Artus (2013) abonde dans ce sens, indiquant que l'échec des aides à l'innovation provient en partie du fait que les firmes « *sont trop peu*

1 Bellone et Chiappini (2014) nuancent cependant ce constat. Les mesures de la compétitivité, réalisées sur la base d'indices multicritères, peuvent être relativisées au regard des statistiques sur le PIB et la productivité horaire du travail.

nombreuses à exporter » (Les échos, 22 mai 2013). Elles sont présentes sur des marchés trop restreints pour réaliser leurs projets d'investissement, et ainsi exploiter pleinement les aides obtenues. L'auteur développe l'idée bien connue selon laquelle il est plus efficace de financer les firmes exportatrices, dans la mesure où elles sont plus innovantes.

A ce jour, l'existence d'un effet potentiel des aides à l'innovation sur l'exportation n'est pas considérée par la littérature scientifique. L'objectif principal de l'intervention publique en faveur de l'innovation consiste à augmenter les capacités de R&D des firmes subventionnées (CNEPI, 2016). La plupart des travaux d'évaluation des politiques publiques à l'innovation se limitent à identifier un impact des aides sur l'intensité d'investissement en R&D (David, Hall et Toole, 2000 ; Dimos et Pugh, 2016 ; Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014). Cet effet, qualifié « *d'additionnel* », constitue ainsi le principal critère d'efficacité de la politique d'innovation. La firme est alors réduite à ses seuls investissements en R&D. Cette thèse argue que cette vision restrictive peut occulter l'existence d'effets plus larges sur d'autres activités stratégiques de la firme en particulier l'exportation. L'objectif poursuivi est donc de montrer que les aides publiques à l'innovation, au-delà de leurs seuls effets sur la R&D, peuvent affecter les décisions d'exportation des firmes. La prise en compte de tels vecteurs peuvent constituer des leviers d'action, exploitables par les décideurs publics.

Au plan académique, deux raisons principales justifient l'étude de la relation causale entre les aides publiques à l'innovation et l'exportation. Premièrement, l'évaluation des dispositifs publics à l'innovation fait l'objet d'un regain d'intérêt au sein de la littérature au-delà de leur seul impact sur l'investissement en R&D (Cerulli, 2010). Deuxièmement, un nombre croissant de résultats empiriques montre l'existence d'un lien causal entre innovation et exportation (Caldera, 2010 ; Cassiman et Golovko, 2011 ; Golovko et Valentini, 2011). Enfin, d'autres études montrent l'existence d'un lien direct et simultané entre les décisions d'innovation et d'exportation (Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013 ; Wang, 2014). Toutefois, l'impact potentiel des aides à l'innovation sur ces différents liens est largement ignoré. Cette thèse vise à répondre à cette question en évaluant l'impact des aides à l'innovation sur les décisions d'exportation des firmes sur le court terme.

Genèse de l'objet de recherche

APPROFONDIR L'EVALUATION DES AIDES A L'INNOVATION AU-DELA DES SEULS EFFETS SUR L'INVESTISSEMENT EN R&D

La recherche sur l'évaluation des politiques publiques à l'innovation a pour objectif de répondre aux préoccupations des décideurs publics quant à l'efficacité des dispositifs mis en œuvre. L'augmentation récente du nombre d'instruments en faveur de l'innovation ainsi que des montants consacrés à ces politiques publiques s'accompagne d'un besoin grandissant d'évaluer leur efficacité. L'économiste se place ainsi en « *conseiller du prince* », suivant la célèbre formule d'Adam Smith[2] (Smith, 1776), largement reprise par la suite (Bénassy-Quéré *et al.*, 2012). Si le budget consacré à l'intervention publique en faveur de l'innovation a augmenté significativement depuis le début des années 2000, la répartition des montants alloués entre aides directes et fiscales à l'innovation a elle aussi fortement évolué. Précisons que la distinction faite dans cette thèse entre dispositifs directs et fiscaux se rapproche de la typologie proposée par la mission d'évaluation sur le Crédit d'Impôt Recherche (CIR), telle que présentée dans le tableau 1 (Martel, Masse et Lustman, 2010). Notons que ce travail de recherche évalue l'impact des aides publiques financières à l'innovation. Les aides non financières portant notamment sur la protection des droits de propriété intellectuelle ou les interventions en capital font l'objet de littératures spécifiques. Elles ne seront pas considérées dans ce travail de thèse.

2 Cette formule célèbre, attribuée à l'auteur de « Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations » (Smith, 1776), n'apparaît pas directement dans son livre. L'auteur écrit : *« [Les théories développées] ont eu une influence considérable, pas seulement sur l'opinion des intellectuels, mais sur la conduite publique des princes et des états souverains* » (Smith, 1776, p10)

Tableau 1 : Catégorisation des dispositifs publics en faveur de l'innovation en fonction de leur type

Type d'aide	Dispositifs publics en faveur de l'innovation
Aides directes	Subventions Garanties d'emprunts
	Avances remboursables Prêts bonifiés
Aides fiscales	Aides fiscales
Aides non financières Interventions en capital	Protection des droits de propriété intellectuelle Soutien au capital investissement

Source : Mission d'évaluation sur le CIR (Martel *et al.*, 2010)

Le tableau 2 (CNEPI, 2016) compare la répartition des moyens alloués aux aides à l'innovation selon leur type, en 2000 et 2015. En 2000, les subventions directes en faveur de l'innovation représentaient 80,9 % des aides publiques accordées par l'État français. Ce pourcentage était seulement de 19,2 % en 2015. En valeur, le montant consacré à l'intervention directe a été divisé par deux sur la période (-52 %), et la réallocation s'est largement effectuée en faveur des incitations fiscales. Celles-ci ne représentaient que 16,5 % du *policy-mix* français en 2000, contre 74,2 % en 2015. Le budget alloué par l'État pour ces dispositifs a par ailleurs été multiplié par 7 sur la période.

Tableau 2 : Évolution des moyens de l'État et de ses opérateurs en faveur de l'innovation par modalités de financement

	2000		2015		Variation 2000 – 2015 en volume	
Modalités	Millions d'€	%	Millions d'€	%	Millions d'€	%
Incitations fiscales	584	16,5 %	6 341	74,2 %	+ 5 644	810 %
Subventions	2 854	80,9 %	1 636	19,2 %	- 1 770	-52 %
Prêts	0	0 %	198	2,3 %	+ 198	-
Participations	91	2,6 %	376	4,4 %	+ 267	246 %
Total	3 529	100 %	8 551	100 %	+ 4 339	100 %

Source : CNEPI (2016)

De nouveau, les dispositifs non financiers, prêts et interventions en capital sont exclus de l'analyse. Nous ne les commenterons donc pas ici. Constatons seulement qu'ils représentent encore une part marginale du *policy mix*.

Depuis la fin des années 1990 et l'abandon des politiques industrielles, le renforcement de la capacité d'innovation des firmes constitue l'objectif principal de l'intervention publique. Dans ce cadre, un dispositif est jugé efficace s'il induit une augmentation du montant de R&D privée investi par les firmes. Cet effet, introduit par Buisseret, Cameron et Georghiou (1995), peut être qualifié d'additionnel[3]. Il implique que les firmes subventionnées utilisent les fonds obtenus pour investir en R&D d'une part, et renforcent également leur investissement privé d'autre part. Aussi, la littérature empirique s'est principalement concentrée sur l'existence de cet effet (David *et al.* 2000). Cette thèse cherche à aller plus loin en étudiant les effets des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes. Deux raisons principales ont motivé ce choix. D'une part, plusieurs travaux récents montrent que les effets de l'intervention publique en faveur de l'innovation dépassent leur seul impact sur l'investissement en R&D. Ces auteurs montrent que les dispositifs d'aides favorisent également la mise sur le marché d'innovations technologiques (Czarnitzki, Hanel et Rosa, 2011 ; Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki et Lopes-Bento, 2014 ; Hottenrot et Lopes-Bento 2014). D'autres analyses s'intéressent à l'impact des aides à l'innovation sur l'emploi (Dortet-Bernadet et Sicsic, 2015 ; Link et Scott, 2012a,b ; Wolff et Reinthaler, 2008), ou encore la productivité de la firme (Hottenrott et Lopes-Bento, 2014 ; Piekkola, 2007 ; Sørensen, Kongsted et Marcusson, 2003). En conclusion de sa revue de littérature, Cerulli (2010, p. 445) appelle à étudier les effets de l'intervention publique sur « *d'autres activités que l'investissement en R&D* ».

D'autre part, les résultats du second projet INNO-Grips[4], mené par la Commission Européenne, incitent à penser que l'intervention publique en faveur de l'innovation peut avoir un impact sur l'internationalisation[5] des firmes. En particulier, les auteurs montrent

3 Il est intéressant de noter que l'efficacité n'est pas définie sur la base d'une comparaison entre les coûts et les bénéfices de l'intervention publique, mais repose uniquement sur l'analyse des bénéfices des aides à l'innovation (David *et al.,* 2000)

4 Le projet INNO-GRIPS est un projet financé par la commission européenne, mené entre 2006 et 2010. Il avait pour objectif d'étudier plusieurs sujets en lien direct avec l'innovation. Un des thèmes centraux était « globalisation, internationalisation et innovation ». Cette recherche a donné lieu à un rapport, visant à mettre en relation les barrières à l'innovation et à l'internationalisation rencontrées par les firmes et les aides à l'innovation disponibles à l'échelle européenne.

5 Si l'internationalisation et l'exportation se rapportent à des concepts différents, l'exportation est considérée, au sein de ce rapport, comme une composante majeure de l'internationalisation des firmes.

que les barrières rencontrées par les firmes dans le cadre de leurs activités d'innovation et d'internationalisation sont similaires (Holtz *et al.* 2010, p. 157). Ils concluent à la nécessité, pour les décideurs publics européens, de réduire les barrières à l'innovation afin d'augmenter les capacités d'exportation des firmes. Ils indiquent enfin que le lien entre innovation et internationalisation n'a, à ce jour, *« pas été identifié comme un aspect important du soutien à l'innovation »* (Holtz *et al., ibid,* p. 193).
Ce double constat a ainsi permis d'appréhender l'importance des enjeux associés à la prise en compte du lien entre innovation et exportation dans le cadre de l'intervention publique en faveur de l'innovation.

LA PRISE EN COMPTE DU LIEN ENTRE INNOVATION ET EXPORTATION

Comme déjà évoqué, la plupart des travaux d'évaluation considèrent que l'intervention publique n'impacte que l'activité ciblée. Or, cela conduit à adopter une vision partielle de la firme masquant l'existence d'autres effets sur la stratégie des firmes.
Dans le cadre de cette thèse, la stratégie de la firme est définie comme un : « *ensemble de décisions que peut prendre la firme, dans le but de survivre et croître* ». Cette définition prend sa source dans les travaux de Melitz (2003), Constantini et Melitz (2007) et Aw, Roberts et Xu (2008 ; 2011). Ces auteurs s'intéressent ainsi aux décisions des firmes hétérogènes, en situation de concurrence monopolistique. Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008 ; 2011) montrent en particulier que les firmes décident de s'auto-sélectionner en innovation et en exportation. Ces décisions sont prises en comparant les coûts (principalement fixes et irrécouvrables) et les bénéfices de chaque activité, en fonction de leur productivité initiale. Ces travaux récents mettent en évidence des liens étroits entre innovation et exportation, sur le court terme. Si la stratégie de la firme ne se limite pas à ces deux activités, la littérature théorique comme empirique montre l'importance capitale de l'innovation et de l'exportation pour la survie et la croissance des firmes. Le rapport INNO-Grips (Holtz *et al.,* 2010 p. 13) qualifie ces deux activités comme « *deux faces de la même pièce* ». Le terme « innovation » peut prendre plusieurs significations au sein de la littérature. Cette thèse s'intéresse plus spécifiquement à l'activité d'innovation menée par les firmes.

La définition retenue combine à la fois celle de Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008). Il s'agit alors d'une « *activité* » qui fait l'objet d'une « *décision prévisionnelle, sujette*

à des coûts irrécouvrables » (Constantini et Melitz, 2007 p. 3), et comprend des « *choix d'investissement en Recherche et Développement (input)* » (Aw *et al.,* 2008 p. 451). Ces travaux considèrent cependant que l'activité d'innovation conduit uniquement à une augmentation de la productivité des firmes. Dans le cadre de cette thèse, l'activité d'innovation aboutit à l'introduction d'innovations technologiques de « *produit et de procédé (output)»,* telles que définies par le manuel d'OSLO (OCDE et Eurostat, 2005, §130).

L'activité d'exportation des firmes, quant à elle, est entendue comme *« une activité »* qui débute par une *« décision »* stratégique et le paiement *« d'un coût fixe, irrécouvrable »* (Melitz, 2003 p. 1706). Elle évolue à la suite d'autres « *décisions »* stratégiques.

Ces deux définitions font ainsi référence au cadre théorique *« firm heterogeneity and international trade »* (Aw et al. 2008 ; 2011; Constantini et Melitz, 2007 et Melitz, 2003)
Concernant le lien entre l'innovation et l'exportation des firmes, les statistiques françaises (INSEE, 2015), élaborées à partir de la dernière enquête communautaire de l'innovation (CIS 2012) fournissent un premier éclairage. Dans l'ensemble, 64,4 % des firmes exportatrices sont également innovantes au sens large, alors que seulement 43,1 % des firmes non exportatrices le sont (Cf. tableau 3). Ce constat est identique pour les grandes firmes et les PME. Il peut également être observé lorsque seule l'innovation technologique, définie ci-dessus, est prise en compte.

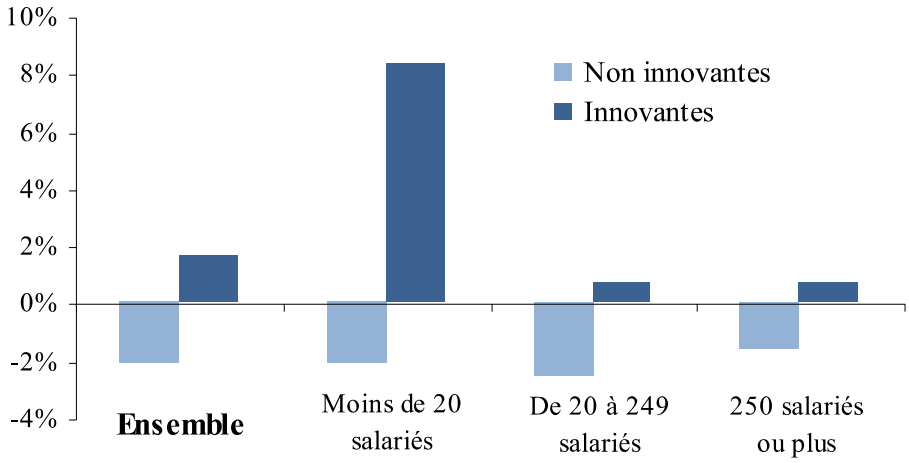
Tableau 3 : Entreprises françaises se déclarant innovantes et exportatrices en 2012, par catégorie de taille (en %)

	Innovantes au sens large	Innovantes technologiquement
Ensemble	**100 %**	**100 %**
Exportatrices	*64,4 %*	*49,0 %*
Non exportatrices	*43,1 %*	*25,0 %*
Moins de 20 salariés	100 %	100 %
Exportatrices	*57,7 %*	*41,2 %*
Non exportatrices	*38,5 %*	*22,2 %*
20 à 49 salariés	100 %	100 %
Exportatrices	*62,5 %*	*45,9 %*
Non exportatrices	*44,2 %*	*24,2 %*
50 à 249 salariés	100 %	100 %
Exportatrices	*72,2 %*	*58,3 %*
Non exportatrices	*55,1 %*	*34,7 %*
250 salariés ou plus	100 %	100 %
Exportatrices	*85,7 %*	*77,8 %*
Non exportatrices	*70,4 %*	*50,7 %*

Source : INSEE (2015) ; chiffres issus de l'enquête CIS 2012

De plus, la direction générale des douanes (2011) montre, pour la période 2006 - 2010, que les firmes innovantes (au sens large) ont connu une croissance moyenne positive de leurs exportations. À l'inverse, les firmes non innovantes ont, en moyenne, connu une décroissance de leur activité d'exportation (Graphique 1). De nombreuses études empiriques confortent l'existence d'un lien entre les activités d'innovation et d'exportation (Bellone et Guillou, 2011 ; Caldera, 2010 ; Cassiman, Golovko et Martínez-Ros, 2010 ; Golovko et Valentini, 2011 ; Rodil, Vence et Sánchez, 2015, entre autres).

Graphique 1 : Croissance moyenne des exportations (2006 - 2010)



Source : Direction générale des douanes et droits indirects (2011)

La question d'une corrélation entre l'intervention publique en faveur de l'innovation et l'activité d'exportation des firmes fait l'objet d'un intérêt très récent. La littérature montrant que l'innovation constitue un déterminant essentiel de l'exportation des firmes n'introduit pas encore l'effet des aides publiques dans cette relation. C'est à ce gap théorique que cette thèse entend répondre. Notons que nous ne considérons pas, dans ce travail, les aides à l'exportation dans la mesure où les règles de l'OMC interdisent l'intervention financière directe des décideurs publics en faveur de l'exportation. Une telle politique peut être qualifiée de protectionniste, ayant pour effet de distordre le commerce international. Les dispositifs visant à soutenir l'exportation sont très hétérogènes[6]. Ils représentent une part de l'intervention publique globale beaucoup plus faible que la politique d'innovation.

6 Ces aides, principalement matérielles, comprennent par exemple des services d'aide à la prospection, à l'implantation (réseau, stratégie) ou aux formalités administratives. Il peut également s'agir de garanties de prêts bancaires. Notons néanmoins que certaines aides financières peuvent être identifiées : un crédit à taux préférentiel (crédit export), financé par BPI France (Banque Publique d'Investissement), ainsi qu'un « crédit impôt export » à destination des PME, géré par la DIRECCTE (Directions Régionales des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi). Nous considérons que ces dispositifs n'impactent pas la relation étudiée dans le cadre de cette thèse. Leur étude pourrait cependant constituer une extension intéressante de ce travail de recherche.

Objet et problématique de la recherche

Cette thèse vise donc à évaluer l'impact des aides directes et fiscales à l'innovation sur l'activité d'exportation des firmes sur le court terme. Une attention particulière est portée à la distinction entre les aides directes et fiscales à l'innovation, qui compte tenu de leurs modes d'attribution distincts, laissent supposer un impact différencié sur l'activité d'exportation des firmes.

Elle se positionne à l'intersection de deux littératures distinctes. Une première littérature, empirique, traite de l'évaluation des politiques publiques à l'innovation. L'objet principal de la grande majorité des travaux est d'étudier l'efficacité des dispositifs publics d'aide à l'innovation à travers l'identification d'un effet additionnel sur l'investissement en R&D des firmes. Des recherches plus récentes s'intéressent également à l'impact des aides sur d'autres phénomènes et en particulier sur l'innovation technologique (Czarnitzki et Licht, 2006, en particulier). La seconde littérature porte sur la relation entre innovation et exportation en situation de concurrence monopolistique (Aw, *et al.* 2008 ; Constantini et Melitz 2007). Le cadre théorique développé étudie les décisions stratégiques de firmes hétérogènes au regard de leur productivité. Il permet d'observer dans quelle mesure les aides à l'innovation, en réduisant les défaillances de marchés rencontrées par les firmes (Spence, 1976 ; 1984), peuvent également impacter leur activité d'exportation.

La problématique étudiée dans cette thèse est la suivante :

> ***Au-delà de leurs effets sur l'activité d'innovation des firmes, les dispositifs publics d'aide à l'innovation, directs et fiscaux, impactent-ils l'activité d'exportation des firmes ?***

L'idée défendue est que les évaluations actuelles des dispositifs d'aide à l'innovation ne parviennent à appréhender qu'une partie des effets de l'intervention publique (Cerulli, 2010). Si l'augmentation de l'effort privé en R&D constitue l'objectif principal des décideurs publics, bénéficier d'un financement public à l'innovation peut induire des effets plus étendus. Une telle intervention peut se traduire par des modifications plus profondes de la stratégie des firmes, et en particulier favoriser leur activité d'exportation à court terme. Ce travail de recherche vise à étendre les propositions formulées par Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008) en considérant la possibilité pour les firmes de bénéficier d'aides à l'innovation. Ce positionnement théorique permet d'identifier plusieurs vecteurs par

lesquels les aides publiques à l'innovation peuvent impacter l'exportation des firmes. Cette problématique générale peut être décomposée en trois questions de recherche :

QR1 – Les aides à l'innovation, directes et fiscales, impactent-elles la relation causale entre innovation technologique et exportation sur le court terme ?

La relation causale entre innovation et exportation est connue de longue date (Vernon, 1966). La mise sur le marché d'une innovation technologique (particulièrement de produit) conduit la firme à exporter, afin de maximiser le monopole temporaire dont elle dispose. Cet effet est notamment vérifié pour les firmes disposant d'un faible marché domestique (Lileeva et Treffler, 2007). Constantini et Melitz (2007) arguent que ce lien peut intervenir sur le court terme dans la mesure où la firme anticipe les profits futurs générés par l'innovation sur les marchés internationaux. Si les aides à l'innovation impactent positivement la probabilité que la firme innove en produit (Czarnitzki et Licht, 2006), elles peuvent induire les firmes à exporter sur le court terme.

Ce premier lien est inter-temporel. Il est toutefois possible d'envisager l'existence d'un lien simultané entre aides à l'innovation et exportation, qui ne passerait pas par la réussite du projet d'innovation.

QR2 – Les aides à l'innovation, directes et fiscales, impactent-elles directement les décisions d'exportation des firmes ?

Ce questionnement repose sur l'idée centrale que l'obtention d'une aide à l'innovation peut avoir un impact sur les décisions stratégiques d'exportation prises par les firmes. Plusieurs arguments peuvent expliquer ce lien direct. Tout d'abord, les firmes prennent des « décisions jointes » simultanées dans le cadre de leurs activités de R&D et d'exportation. Aw *et al.* (2008, 2011) montrent que le seul fait d'investir en R&D peut avoir un impact positif sur la productivité future de la firme, et donc sur sa profitabilité. De nouveau, les firmes, anticipant ce bénéfice futur peuvent être incitées prendre des décisions simultanées relatives à leur activité de R&D et d'exportation. Plusieurs études montrent la validité empirique de cette proposition théorique (Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013 ; Wang, 2014). Toutefois, à notre connaissance, aucune ne considère l'effet des aides publiques à l'innovation. Or, bénéficier d'une telle aide, en réduisant le coût de l'investissement en R&D, peut inciter les firmes à prendre ainsi des décisions jointes relatives à leurs activités

d'innovation et d'exportation. Ensuite, les firmes peuvent disposer d'un budget limité, et être contraintes de faire des « arbitrages » entre les deux activités (Manez *et al.* 2014 ; Roper et Love, 2002). Cet effet peut être corrigé par les aides à l'innovation, qui diminuent le coût de la R&D et augmentent ainsi le budget dont elles disposent. Enfin, les propositions formulées par Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008 ; 2011) se basent sur l'hypothèse que les « coûts fixes » payés par la firme pour s'engager dans chacune des activités sont indépendants. Ce postulat peut être discuté au regard de la littérature empirique. Plusieurs auteurs montrent en effet que les barrières à l'innovation perçues par les firmes dans le cadre de leurs activités d'innovation et d'exportation sont interdépendantes (Harris et Li, 2009 ; Holtz *et al.,* 2010).

Ces deux questions de recherche soulignent en filigrane l'importance de l'investissement en R&D réalisé par les firmes. Tout d'abord, l'investissement en R&D est le principal déterminant de l'innovation technologique. Ensuite, l'existence de décisions jointes au sens de Aw *et al.* (2008) implique que les firmes prennent à la fois des décisions concernant leurs activités de R&D et d'exportation. Enfin, du point de vue des décideurs publics, le principal objectif de l'intervention publique en faveur de l'innovation consiste à renforcer les capacités de R&D des firmes (CNEPI, 2016).
Ainsi, observer un effet des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes ne permet pas de conclure à l'efficacité du dispositif étudié. C'est pourquoi, une troisième question de recherche est étudiée.

QR3 – Quel est le rôle de l'investissement en R&D dans la relation entre aides à l'innovation et exportation ?

En particulier, les firmes peuvent être incitées à utiliser le financement public obtenu pour exporter, au détriment de son investissement en R&D (effet d'aubaine). Par ailleurs, l'existence d'un effet des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation produit et exportation peut résulter d'un processus de sélection. Les décideurs publics peuvent être incités à ne sélectionner que les projets d'innovation technologique ayant la plus forte probabilité de réussite. De même, les firmes peuvent présenter uniquement des projets très proches de la réussite, afin d'optimiser leurs chances de bénéficier du dispositif. Dans tous les cas, l'intervention publique serait ainsi détournée de son objectif initial. Étudier l'impact

des aides à l'innovation sur l'exportation ne peut faire l'impasse de leurs effets sur l'intensité d'investissement en R&D.

Contributions de la recherche

CONTRIBUTIONS THEORIQUES

Ce travail de recherche combine deux littératures distinctes, afin d'identifier plusieurs vecteurs par lesquels les aides publiques en faveur de l'innovation impactent l'exportation des firmes. Elle contribue ainsi à la fois à la littérature sur l'évaluation des aides publiques à l'innovation, et sur celle étudiant le lien entre innovation et exportation en présence de firmes hétérogènes (« *firm heterogeneity and international trade* »).

LITTERATURE RELATIVE A L'EVALUATION DES AIDES A L'INNOVATION

L'évaluation des aides à l'innovation fait l'objet d'un intérêt croissant. Cette littérature étudie principalement l'existence d'un effet additionnel des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D (Dimos et Pugh, 2016). Cette thèse permet d'enrichir cette littérature, en montrant que l'intervention publique en faveur de l'innovation peut avoir un impact qui dépassent la seule activité d'innovation. En réponse à l'appel de Cerulli (2010), l'approche mobilisée se positionne en faveur d'une vision moins restreinte de la stratégie des firmes au sein des futures évaluations des aides à l'innovation. Cela permettrait alors d'observer l'ensemble des effets de l'intervention publique. L'analyse mise en œuvre contribue également au débat sur l'efficacité des aides fiscales à l'innovation, en étudiant spécifiquement les effets de ces incitations. Les évaluations françaises concluent globalement à l'efficacité de la politique d'innovation (Bozio, Irac et Py, 2014 ; Duguet, 2012 ; Lhuillery, Marino et Parrotta, 2013 ; Mulkay et Mairesse, 2004, 2013). Il subsiste néanmoins, théoriquement, un fort risque d'effet d'aubaine (Hall et Van Rennen, 2000). Ce dernier est lié à la flexibilité des modalités d'attribution des aides fiscales et l'absence de contrôle *ex post* de leur utilisation. Cela suggère alors que les aides peuvent être affectées par les firmes au développement de leur activité d'exportation, au détriment de l'investissement en R&D. Les résultats obtenus permettent de rejeter cet argument, et de conclure, de nouveau, à l'efficacité des incitations fiscales à l'innovation.

Cette recherche contribue également à enrichir la littérature sur la relation entre innovation et exportation. Le cadre théorique mobilisé s'intéresse aux décisions stratégiques de firmes hétérogènes en situation de concurrence monopolistique. Il permet de différencier précisément la relation causale entre innovation technologique et exportation de la relation simultanée liée aux décisions jointes d'investissement en R&D et d'exportation. À notre connaissance, cette recherche est la première à intégrer les aides à l'innovation dans les décisions stratégiques, interdépendantes, relatives aux activités d'innovation et d'exportation. En effet, les décisions prises par les firmes consistent en une comparaison entre des coûts fixes, irrécouvrables et les bénéfices anticipés sur les marchés. Concernant la décision d'innovation, le coût fixe peut être exogène (Constantini et Melitz, 2007) ou lié à une décision continue d'investissement en R&D (Aw *et al.*, 2008). Ce travail de recherche considère que l'existence de coûts fixes et, dans une moindre mesure[7] la faiblesse des bénéfices anticipés, constituent des défaillances de marché, sur lesquelles peuvent intervenir les décideurs publics (Spence, 1976, 1984).

Une approche combinée des littératures sur l'évaluation des aides à l'innovation et sur le lien entre innovation et exportation permet d'aboutir à une lecture fine de l'impact potentiel des aides à l'innovation sur l'exportation. Les décisions des firmes, ainsi étudiées, conduisent à obtenir des résultats généralisables. Ces derniers contribuent à améliorer la conception des politiques d'innovation.

CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES

La principale contribution empirique de cette recherche est l'identification des vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. L'analyse statistique réalisée permet de distinguer explicitement l'existence d'un lien causal, passant par l'innovation de produit, et d'un lien direct, issu de décisions jointes dans les deux activités. Ainsi, ces deux relations coexistent, et peuvent être appréhendées séparément.

7 La réduction du coût de la R&D constitue l'objectif principal de l'intervention publique. Seuls certains dispositifs, ciblés, contribuent à améliorer les perspectives de bénéfices des firmes innovantes (CNEPI, 2016).

De plus, cette étude différencie les effets des aides selon leur type. Une attention particulière est portée aux incitations fiscales à l'innovation, qui représentent le principal dispositif de la politique d'innovation française. Les résultats montrent clairement qu'obtenir uniquement des aides fiscales à l'innovation impacte positivement l'exportation des firmes. En revanche, bénéficier à la fois d'aides directes et fiscales à l'innovation impacte l'intensité d'investissement en R&D les firmes, mais ne provoque pas de changement dans leur activité d'exportation.

D'un point de vue statistique, étudier simultanément quatre phénomènes distincts (aides à l'innovation, investissement en R&D, innovation technologique et exportation) représente un enjeu important. La méthodologie mobilisée nécessite de prendre plusieurs précautions. Cette thèse combine plusieurs méthodes économétriques complémentaires. Ces dernières permettent de prendre en compte l'endogénéité entre l'innovation technologique et l'exportation, ainsi que la sélection non aléatoire des firmes aidées. Par ailleurs, plusieurs tests de robustesse permettent de conforter la qualité des résultats obtenus. Le choix des méthodes économétriques a ainsi été adapté aux phénomènes à expliquer et aux contraintes spécifiques dues à la nature des données.

Enfin, l'analyse empirique se base sur des enquêtes de référence telles que l'enquête communautaire de l'innovation (CIS) et l'enquête annuelle d'entreprise (EAE), très utilisées dans les travaux empiriques. Les résultats obtenus tendent à avoir une forte validité externe, et à être aisément comparables avec d'autres études internationales.

Contributions en termes de politiques publiques

Apporter une réponse à ces questions de recherche a des implications importantes pour la conception et la mise en œuvre de politiques publiques.

Tout d'abord, les résultats de cette thèse permettent d'appréhender la contribution de la politique d'innovation à l'objectif macroéconomique de *« compétitivité industrielle »,* identifié par la CNEPI (2016). À l'échelle de la firme, le principal risque est une redondance entre les dispositifs publics en faveur de l'innovation et de l'exportation. En effet, si les aides à l'innovation impactent également l'exportation des firmes, leur attribuer également des aides à l'exportation pourrait faire double emploi. L'efficacité agrégée de l'intervention publique serait alors réduite.

L'existence d'un effet des aides à l'innovation sur l'exportation soulignerait, dans la lignée de Holtz et al. (2010), la nécessité d'une attribution jointe des fonds publics dédiés à l'innovation et à l'exportation.

Enfin, l'identification d'un tel impact apporte, dans une certaine mesure, une solution au problème évoqué par P. Artus (2013). S'il est possible de favoriser l'exportation des firmes par le biais d'intervention en faveur de l'innovation, le nombre de firmes exportatrices pourrait augmenter. Il y aurait alors un nombre croissant de firmes « *en situation de bénéficier de[s] politiques [à l'innovation]* » *(P. Artus, Les échos, 22 mai 2013).* La prise en compte des effets démontrés dans cette thèse pourrait alors permettre aux décideurs publics de renforcer à la fois l'efficacité des aides sur l'investissement des firmes et R&D et la compétitivité industrielle française, par le biais de la politique d'innovation.

Démarche générale et plan de la thèse

La démarche retenue dans cette thèse est structurée en quatre chapitres :

Le chapitre 1 dresse tout d'abord un panorama de la politique d'innovation française. En effet, l'évaluation des dispositifs publics nécessite de réaliser un état des lieux des dispositifs qui composent le *policy-mix* français (CNEPI, 2016). L'objectif est double : *(1)* préciser les justifications théoriques de l'intervention financière de l'État en faveur de l'innovation et *(2)* détailler les principales caractéristiques de la politique d'innovation française. Les objectifs poursuivis par les décideurs publics et les modalités d'attribution des aides ont fortement évolués dans le temps. La politique industrielle mise en place dans les années 1950 a laissé place à l'émergence d'une politique d'innovation centrée sur le soutien de l'activité de R&D des firmes privées. Le CIR, instauré en 1983, représente aujourd'hui plus des deux tiers de l'intervention publique en faveur de l'innovation. A ce jour, le *policy-mix* français est unique au regard des pays de l'OCDE, de par son importance et sa composition. Si favoriser l'émergence de « *champions nationaux* » ne constitue plus un objectif de la politique d'innovation, plusieurs constats permettent d'envisager un impact des aides sur la stratégie d'exportation des firmes.

Le chapitre 2 détaille le cadre théorique retenu pour répondre à la problématique générale et aux trois questions de recherche. Il vise à identifier les différents vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'activité d'exportation des firmes. Pour ce faire,

deux littératures distinctes sont mobilisées. Tout d'abord, les résultats des principaux travaux d'évaluation des politiques publiques en faveur de l'innovation sont présentés. Cette littérature, principalement empirique, étudie l'impact des aides à l'innovation essentiellement sur l'investissement des firmes en R&D. Peu de travaux s'intéressent à l'effet des aides à l'innovation au-delà de l'investissement en R&D, en particulier sur l'activité d'exportation des firmes.

La seconde littérature porte sur le lien entre innovation et exportation. Le cadre théorique mobilisé est issu des travaux de Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008) qui considèrent les stratégies des firmes en situation de concurrence monopolistique. Les modèles élaborés permettent ainsi d'étudier les décisions interdépendantes d'innovation (innovation technologique et investissement en R&D) et d'exportation, en présence de coûts fixes. Ce travail pionnier permet de définir un lien de causalité séquentiel entre l'introduction d'une innovation de produit sur le marché et son exportation. Les principales analyses empiriques du lien entre innovation et exportation sont ensuite présentées. De nombreux auteurs s'intéressent au lien entre innovation technologique et exportation. D'autres études, récentes, se focalisent sur l'existence d'un lien direct entre investissement en R&D et exportation, de manière simultanée. Les aides à l'innovation ne sont pas, jusqu'ici, intégrées au sein de ce cadre théorique.

Cette thèse, à l'intersection entre ces deux littératures, permet de déboucher sur un modèle empirique et 3 propositions testables, qui font écho aux questions de recherches formulées ci-dessus.

Le chapitre 3 est consacré aux résultats de l'analyse empirique. Au sein d'une première section, deux méthodologies économétriques complémentaires sont mises en œuvre afin de prendre en compte les principaux biais identifiés par la littérature.

Ce test empirique est basé sur un échantillon de plus de 8500 firmes, appartenant à deux vagues de l'enquête CIS, couvrant les périodes 2002 – 2004 (CIS4) et 2004 – 2006 (CIS5). Une attention particulière est portée à la distinction des aides directes et fiscales en faveur de l'innovation. L'analyse montre que bénéficier d'une aide indifférenciée ou uniquement fiscale en faveur de l'innovation impacte significativement la relation causale entre innovation technologique et exportation à court terme (proposition 1). Ces aides publiques ont également un impact direct sur l'activité d'exportation des firmes, de manière simultanée (proposition 2). En revanche, obtenir une aide fiscale en plus d'une aide directe n'impacte pas directement les décisions stratégiques d'exportation des firmes (proposition 2).

Le chapitre 4 s'intéresse à l'impact central de l'investissement en R&D sur la relation entre aides à l'innovation et exportation. Tout d'abord, les aide à l'innovation impactent positivement l'intensité de R&D investie par les firmes (« *output de R&D* »). Ce résultat est observé lorsque les aides sont considérées de manière indifférenciée, et lorsque l'analyse se focalise sur les aides fiscales. Ensuite, l'analyse empirique montre que cette intensité de R&D supplémentaire, induite par l'intervention publique, impacte positivement la probabilité que les firmes innovent en produit sur la période, et que l'innovation de produit impacte la probabilité que les firmes exportent à court terme. L'effet des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation de produit et exportation résulte donc bien d'un accroissement de l'investissement en R&D des firmes subventionnées.

Ces résultats indiquent ainsi que les aides à l'innovation atteignent l'objectif de renforcement des capacités de R&D des firmes. Leur impact sur l'exportation constitue une extension de l'efficacité de la politique d'innovation.

La démarche globale retenue dans cette thèse est synthétisée dans le schéma suivant :

Thèse défendue : les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes, au-delà de leurs seuls effets sur l'activité d'innovation

Introduction générale

Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation en France : perspectives historique et internationale

L'émergence de la politique d'innovation depuis 1945	Les mutations du *policy-mix* français en faveur des aides fiscales à l'innovation

Chapitre 2 : L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Évaluations des aides directes et fiscales à l'innovation	Les liens entre innovation et exportation - *Le lien causal entre innovation technologique et exportation* - *Le lien simultané entre investissement en R&D et exportation*

Cadre d'analyse : Identification des vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'exportation des firmes

Chapitre 3 : Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D

L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation en présence d'endogénéité entre innovation de produit et exportation	L'impact simultané des aides à l'innovation sur l'exportation en présence de sélection non aléatoire des firmes aidées
- *Méthodologie bi-variée récursive* - *Enquêtes CIS 4 et CIS5 (deux vagues), EAE*	- *Méthodologie par appariement* - *Enquêtes CIS5 et EAE*

Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Évaluation de l'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D	L'impact de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation causale entre innovation de produit et exportation
- *Méthodologie par appariement* - *Enquêtes CIS5, EAE, puis enquêtes CIS4 et CIS5 appareillées, EAE*	- *Combinaison des méthodologies par appariement et bi-variées récursives* - *Enquêtes CIS4 et CIS5 appareillées, EAE*

Conclusion générale

Chapitre 1

Les aides publiques à l'innovation : perspectives historique et internationale

Introduction générale	
Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation : perspectives historique et internationale	
L'émergence de la politique d'innovation depuis 1945	Les mutations du *policy-mix* français en faveur des aides fiscales à l'innovation
Chapitre 2 : Les impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes	
Chapitre 3 : Analyse empirique des impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes en l'absence de prise en compte spécifique du rôle de la R&D	
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation des impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes	
Conclusion générale	

Chapitre 1. Les aides publiques à l'innovation : perspectives historique et internationale

1. L'émergence de la politique d'innovation depuis 1945

1.1. Justifications théoriques de l'intervention publique en faveur de l'innovation

Selon la CNEPI (2016), l'intervention publique représente 0,5 % du PIB français en 2015. La France se place ainsi parmi les pays les plus généreux de l'OCDE. L'importance des montants engagés souligne l'étendue de l'intervention de l'État dans la sphère économique. Elle repose sur plusieurs justifications synthétisées par Bozio et Grenet (2010). En plus de ces arguments communs à l'ensemble des politiques publiques, certains effets macroéconomiques propres à l'innovation peuvent être évoqués (OCDE, 2010). Le tableau 4 répertorie l'ensemble des raisons légitimant l'intervention publique en faveur de l'innovation.

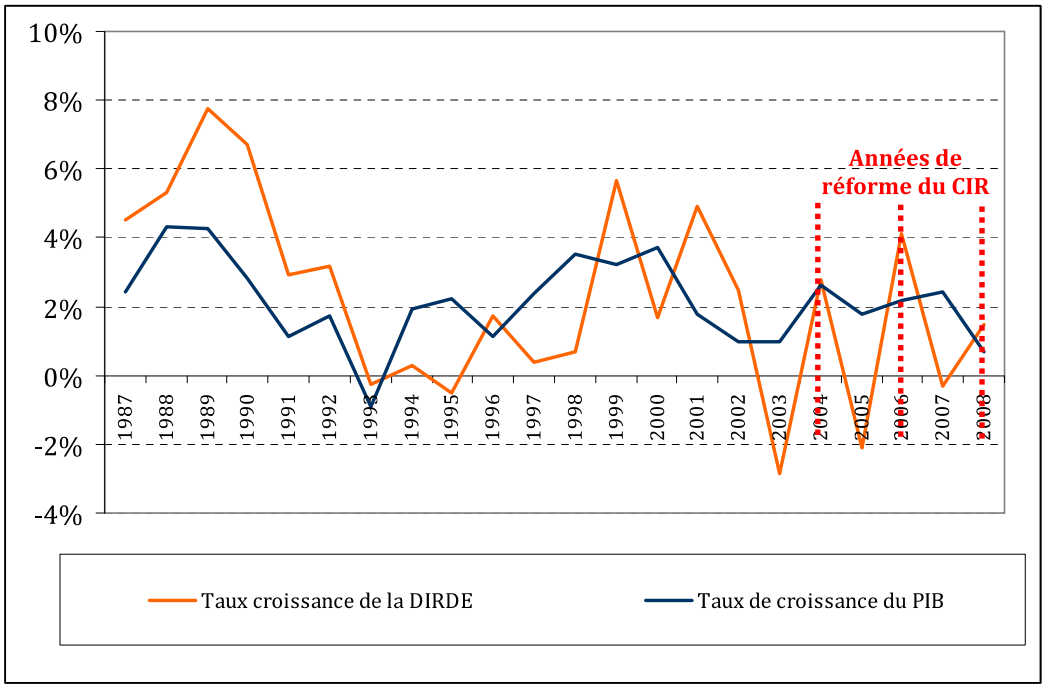
Tableau 4 : Justifications de l'intervention de l'État en faveur de l'innovation

A l'échelle macroéconomique	A l'échelle de l'industrie / de la firme
- Favoriser l'émergence des marchés *(Bozio et Grenet, 2010)* - Réduire les inégalités *(Bozio et Grenet, 2010)* - Favoriser la croissance de long terme de l'économie *via* l'investissement en R&D *(OCDE, 2010)* - Maintenir les emplois, en particulier pendant les périodes de crises *(« action contra-cyclique »)* *(OCDE, 2010)* - Contribuer à la compétitivité nationale *(OCDE, 2010)*	- Pallier les défaillances du marché *(Bozio et Grenet, 2010 ; OCDE, 2010)* - Corriger la rationalité limitée des agents économiques *(Bozio et Grenet, 2010)*

Adapté de Bozio et Grenet (2010) et OCDE (2010)

Tout d'abord, à l'échelle macroéconomique, les Dépenses Intérieures de Recherche et Développement des Entreprises implantées en France (DIRDE) sont pro-cycliques (Cf. graphique 2). Elles suivent les variations de la conjoncture économique. Les fluctuations de l'investissement en R&D apparaissent cependant plus importantes que celles du PIB. En particulier, au cours d'une période de récession, les firmes font face à de plus fortes contraintes financières et ont une aversion au risque accrue. Les aides publiques à l'innovation sont alors utilisées pour relancer l'investissement en R&D. Par exemple, lors des différentes réformes du CIR[8] (2004, 2006 et 2008) la croissance des dépenses de R&D a été plus rapide que celle du PIB. L'investissement des firmes a ainsi augmenté en volume de 18.8 % entre 2007 et 2011[9]. Néanmoins, selon l'OCDE (2014), les aides à l'innovation n'ont pas permis d'enrayer la dégradation de la compétitivité française survenue depuis le début des années 2000.

Graphique 2 : Évolution comparée des taux de croissance du PIB et de la DIRDE en France entre 1987 et 2008



Source : Mission d'évaluation du Crédit Impôt Recherche (2016)

8 Ces réformes seront détaillées dans la seconde section de ce chapitre

9 Les dépenses financées par les firmes elles-mêmes en dehors du CIR ont néanmoins diminué (OCDE, 2014),

A l'échelle de la firme, les dispositifs d'aide à l'innovation ont pour objectif de réduire les défaillances de marché liées à l'investissement en R&D. Cet argument se base sur une représentation néoclassique de l'économie. Selon cette théorie, l'innovation peut être considérée comme un bien public (Nelson, 1959 ; Arrow, 1962). La connaissance, qui en est la principale composante, est « non rivale » et « non exclusive ». La non rivalité exprime le fait que le partage de la connaissance n'entraîne pas de perte pour l'émetteur. La non exclusivité implique qu'en l'absence de mécanisme de protection spécifique, il est impossible d'empêcher la diffusion et l'imitation des connaissances. Une firme n'est donc pas incitée à investir en R&D. La connaissance nouvelle sera immédiatement diffusée et ne permettra pas à la firme de générer un bénéfice supplémentaire.

Dès 1942, Schumpeter se démarque de la littérature néo-classique antérieure, en relâchant les hypothèses de concurrence pure et parfaite[10] et de rendements décroissants[11]. L'auteur considère que les résultats de l'innovation peuvent, au moins en partie, être appropriables par la firme. Innover en produit peut donc lui permettre de bénéficier d'un monopole temporaire. Cette rente supplémentaire perdure tant que la firme est la seule sur le marché. Par ailleurs, une firme qui innove en procédé est plus productive et peut ainsi réduire le coût marginal de la production de biens et services. La durée de cet avantage est variable selon la vitesse de diffusion et d'imitation de la nouvelle technologie. Si le cadre théorique développé par Schumpeter a fait l'objet de développements spécifiques[12] (Aghion, Akcigit et Howitt, 2013), ces arguments ont été très largement intégrés à la théorie néo-classique via les modèles de « concurrence monopolistique » (Chamberlin *et al.* ; 1933; Spence, 1976 ; Dixit et Stiglitz, 1977).

L'idée principale est que les firmes développent des produits hétérogènes. Elles sont alors en concurrence avec celles appartenant à un même groupe ou secteur et non avec l'ensemble du marché (Dixit et Stiglitz, 1977). La production peut être dès lors décomposée en deux étapes : la firme paie tout d'abord un coût fixe initial puis un coût marginal constant pour chaque unité produite. Les rendements sont croissants, le coût total par unité diminuant au fur et à mesure que la production augmente. Innover nécessite également de payer un coût fixe irrécouvrable (Spence, 1984). Ce dernier est principalement lié aux investissements en

10 Il n'y a aucun obstacle à la concurrence : le marché comprend un nombre d'acteurs très important, des produits homogènes, aucun obstacle à l'entrée et à la sortie des firmes, les facteurs de production circulent librement, l'information est parfaite et transparente. (Knight, 1921)

11 La productivité marginale diminue dès lors que la productivité augmente.

12 « *Schumpetarian endogenous growth theory* » (Laranja, Uyarra et Flanagan, 2008)

R&D que doit réaliser la firme pour innover. Il peut être exogène (Constantini et Melitz, 2007) ou résulter d'une décision de la firme (Aw *et al.,* 2008). Dans ces conditions, les firmes peuvent également bénéficier d'un monopole temporaire. Ce cadre théorique se caractérise ainsi par l'absence de concurrence pure et parfaite. Dans ces conditions, des « défaillances de marché » peuvent survenir. Spence (1984), identifie trois défaillances de marché pouvant impacter simultanément l'investissement en R&D et la performance d'une industrie :

- L'existence de coûts fixes importants,
- L'existence de structures de marchés concentrées,
- L'appropriabilité imparfaite des résultats.

Pour les firmes, ces défaillances se traduisent de plusieurs manières. Tout d'abord, les dépenses en R&D sont pour la plupart intangibles et impliquent une part importante de coûts irrécouvrables. L'abandon du projet de R&D représenterait une perte sèche pour la firme. L'existence de rendements d'échelle croissants signifie que ces coûts constituent des barrières à l'entrée qui peuvent désinciter l'investissement en R&D. De plus, Loury (1979) souligne que le développement d'une innovation de produit ou de procédé est caractérisé par une forte incertitude, à la fois sur la réussite du projet (« incertitude technologique ») et sur les bénéfices que la firme peut espérer obtenir sur les marchés.

Parallèlement, les firmes, et en particulier les PME, disposent souvent de ressources financières limitées, ainsi qu'un accès restreint au crédit (Hall, 2002 ; 2005). En effet, l'activité de R&D ne peut pas constituer un collatéral en cas de défaillance de la firme. En présence d'asymétrie d'informations[13], les banques ne peuvent pas distinguer les projets de R&D en fonction de leur risque. Elles auront alors tendance à ne financer que ceux présentant peu de risques technologiques et commerciaux.

Dans ces conditions, les firmes investissent uniquement dans des projets permettant de dégager des bénéfices privés suffisants pour justifier les montants engagés. Ainsi, elles sous-investissent en R&D (Spence, 1984 ; d'Aspremont et Jacquemin, 1988). Elles ont également une propension particulièrement faible à s'engager dans des projets impliquant des retours sociaux élevés. Les innovations obtenues ne génèrent alors pas d'externalités positives bénéficiant à l'ensemble de la société. Suivant la théorie des biens publics (Arrow, 1962), ces

13 Le concept d'asymétrie d'informations est introduit par Akerlof (1970). Il y a asymétrie d'informations lorsqu'un individu (dans notre cas la firme innovante) dispose d'informations pertinentes auxquelles n'a pas accès un autre individu (dans notre cas, l'entité chargée de l'attribution de crédits).

défaillances justifient l'intervention des pouvoirs publics au-delà de leurs seules fonctions régaliennes. Spence (1984, p. 119), indique ainsi que :

« Le résultat [de ces défaillances de marchés] est un problème d'incitations. Le moyen le plus direct de gérer ce problème est de subventionner l'activité pour laquelle le marché pourvoie des incitations faibles et sous-optimales. »

Ainsi, les décideurs publics cherchent à soutenir l'activité de R&D des firmes ainsi que leur développement, par des moyens principalement financiers. La mission d'évaluation sur le CIR en 2010 (Martel *et al.,* 2010) met d'ailleurs en relation les aides à l'innovation et les défaillances de marché ciblées (Cf. tableau 5).

Tableau 5 : Typologie des aides à l'innovation, en fonction des défaillances de marché ciblées

Défaillance de marché	Effet recherché	Instrument de politique publique	
Coût de la R&D	Réduire le coût de l'activité de R&D	Aides directes	Aides fiscales
Externalités positives	Rapprocher rendement social et rendement privé des projets d'innovation		
Risque/asymétrie d'information	Cofinancer des projets par la puissance publique pour partager le risque		
	Suppléer l'absence ou la cherté des prêts accordés aux conditions de marché		
	Faire assumer par l'État tout ou une partie du risque de défaillance pour en libérer le prêteur privé		

Source : adapté de la mission d'évaluation sur le crédit d'impôt recherche (Martel *et al.* 2010)

Les aides à l'innovation ont donc avant tout un impact sur l'activité d'innovation menée par les firmes en interne. Cependant, les décideurs publics visent également à favoriser less collaborations inter-firmes, ainsi que les synergies entre recherche publique et privée. La politique d'innovation française se structure ainsi autour de cinq familles d'objectifs distinctes, identifiées par la CNEPI[14] (2016 p. 35). Comme le détaille le tableau 6, les moyens mis en œuvre par l'État et ses opérateurs pour les atteindre sont cependant très inégaux.

14 Une description des dispositifs en fonction de l'objectif principal ciblé est fournie en annexe 1.

Tableau 6 : Moyens de l'État et de ses opérateurs en faveur de l'innovation par famille d'objectif principal en 2014-2015 (millions d'euros et pourcentage)

Famille d'objectifs	Millions d'€	En %
1) Augmenter les capacités privées en R&D	6 001,5	70,2 %
2) Accroître les retombées économiques de la recherche publique	225,9	2,6 %
3) Développer les projets de coopérations entre acteurs, les réseaux	613,5	7,2 %
4) Promouvoir l'entrepreneuriat innovant	304,7	3,6 %
5) Soutenir le développement des firmes innovantes	1 406,0	16,4 %
Total	8 551,6	100 %

Source : CNEPI (2016)

Plusieurs constats peuvent être effectués à partir de ce tableau. Premièrement, l'objectif d'augmentation des capacités privées de R&D mobilise, à ce jour, plus de 70 % du budget public alloué à l'innovation (environ 6 milliards d'euros). Cet objectif reflète principalement l'importance du CIR, qui sera détaillé dans la seconde section de ce chapitre. Le second objectif, « soutenir le développement des firmes innovantes », ne représente que 16,4 % des moyens publics mis en œuvre (soit 1,4 milliards d'euros). Les trois autres sont enfin plus marginaux, représentant systématiquement moins de 10 % du montant total des aides à l'innovation. En conséquence, pour la plupart des travaux d'évaluation, les politiques publiques en faveur de l'innovation seront efficaces si elles induisent une augmentation de l'investissement des firmes en R&D.

Deuxièmement, **favoriser l'exportation des firmes ne constitue pas un objectif explicite de la politique d'innovation**. Cependant, l'objectif de « soutien au développement des firmes innovantes » peut inclure l'idée d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation. **Observer un effet des aides à l'innovation sur l'exportation peut alors permettre de conclure que l'impact de l'intervention publique sur le développement des firmes innovantes est jusqu'ici sous-estimé.**

La manière dont les défaillances de marché sont perçues par les décideurs publics et les moyens mis en œuvre pour les corriger ont fortement évolué dans le temps. Les objectifs et les modalités de l'intervention en faveur de l'innovation ont ainsi connu de profondes

mutations depuis 1945. En particulier, favoriser l'exportation des firmes constituait, jusqu'en 1995, un objectif explicite des politiques publiques en faveur de l'innovation.

1.2. De la politique industrielle à la politique d'innovation

En France, l'intervention de l'État en faveur de l'innovation est héritée des politiques industrielles menées dans le cadre de « grands programmes » civils ou militaires. Ces derniers ont été mis en place à l'issue de la seconde guerre mondiale. La politique industrielle peut être définie de la manière suivante (Warwick, 2013 p. 15) :

« *Tout type d'intervention ou de politique gouvernementale sélective qui cherche à altérer la structure de la production au sein de secteurs pour lesquels l'intervention permet d'attendre de meilleures perspectives pour la croissance économique* »

À cette époque, la France se situe loin de la « frontière technologique[15] » mondiale (OCDE, 2014, p. 29). Elle est considérée comme une « économie d'imitation », plutôt que comme une « économie d'innovation » (OCDE*, ibid*). Les décideurs publics ont alors pour objectif d'atteindre cette frontière et de s'y maintenir. Pour cela, une attention particulière a été portée au renforcement de la capacité d'innovation française, ainsi qu'à la montée en gamme des biens et services produits (OCDE*, ibid*). Parvenir à ce but passait alors par la production de biens publics (Mustar et Larédo, 2002 ; Rodrik, 2004). Ces politiques étaient principalement caractérisées par une intervention directe de l'État en dehors du marché. Le système de recherche était fortement centralisé (Chesnais, 1993). En particulier, plusieurs firmes appartenant aux secteurs stratégiques étaient nationalisées (EDF, SNCF, Saint Gobain *etc.*). Les décideurs publics passaient de nombreuses commandes directes de produits innovants, principalement dans le domaine militaire. Concernant les programmes civils, leur raison d'être était de permettre la prise de risques de long terme « *à la frontière de la technologie, où il n'est pas possible d'envisager l'émergence d'un marché* » (Mustar et Laredo, 2002, p. 57). Ces derniers devaient par ailleurs présenter de forts rendements sociaux. Les projets financés portaient principalement sur la recherche fondamentale. La politique industrielle devait alors permettre d'atteindre une indépendance nationale dans plusieurs secteurs stratégiques tels que le nucléaire, l'espace et l'aéronautique. Cet objectif

15 La distance par rapport à la frontière technologique est définie comme la distance entre la productivité d'un pays et celle du pays ayant la plus forte productivité sur la période. (Aghion *et al.*, 2008).

passait par l'émergence de « champions nationaux », ayant une forte compétitivité à l'international (Rodrik, 2004). **Ainsi, la politique industrielle visait explicitement à favoriser l'exportation des firmes subventionnées.** Ces différentes caractéristiques conduisent Mustar et Larédo, (2002 p. 55) à qualifier l'État français, à cette époque, de « *Colbertiste* ». Les auteurs décrivent la politique industrielle française comme :

« *Un modèle interventionniste qui met l'accent sur le poids dominant des grands programmes civils et liés à la défense, sur la division entre les universités et le CNRS, sur la séparation congénitale entre la recherche publique et les firmes, et sur la monopolisation du soutien public par certains grands groupes industriels.* »

En France comme dans les autres pays européens, les politiques industrielles ont fait l'objet de nombreuses critiques, synthétisées par Rodrik[16], (2004) :

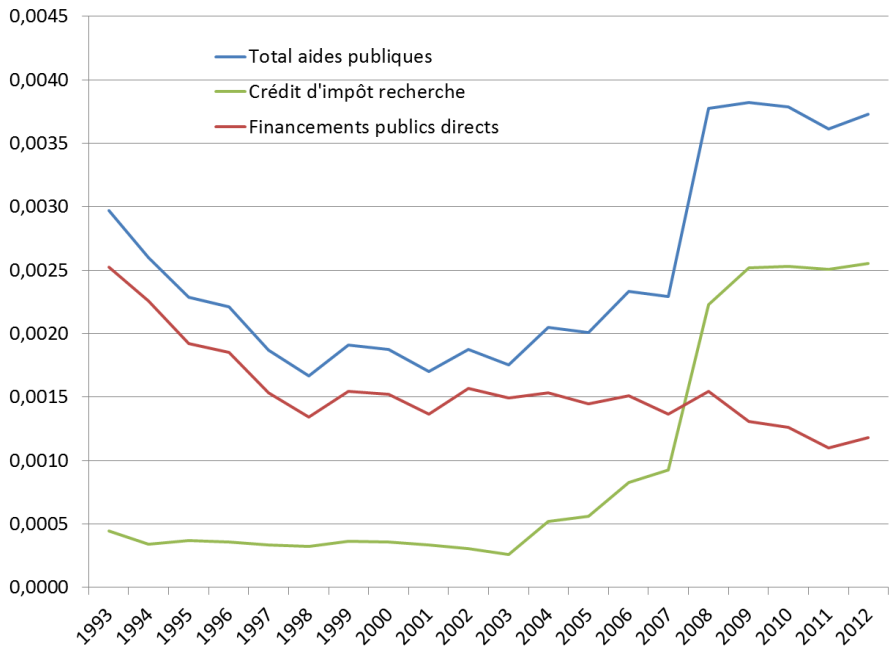
- Les gouvernements sont incapables de sélectionner les meilleures firmes et/ou projets,
- Ces politiques laissent une place importante à une potentielle utilisation politique et à la corruption,
- Leur efficacité n'a été que peu démontrée,
- Ce type d'intervention n'est plus nécessaire. Les firmes ont besoin d'un soutien à la R&D et à la protection intellectuelle.

De plus, l'auteur indique que **les règles internationales de l'OMC** (fondée en 1995)**, limitent fortement la possibilité, pour les décideurs publics, de favoriser l'exportation des firmes** (contrairement aux accords du GATT[17] en vigueur jusque-là). Elles restreignent les politiques commerciales et plafonnent les subventions directes. De plus, ces accords sont renforcés par les traités de l'Union européenne relatifs au commerce et aux aides d'État.
En France comme dans la plupart des autres pays, les « politiques industrielles » ont donc été progressivement abandonnées entre les années 1970 et 1990, au profit des « politiques d'innovation ». L'idée principale est que l'intervention publique ne remplace pas les mécanismes de marché, mais vise à les compléter (Warwick, 2013). Certains programmes ont été confiés à des acteurs privés (télécommunications, chemins de fer, électricité). D'autres (nucléaire, aéronautique civile) sont en partie restés sous le contrôle de l'État, mais l'intervention a été limitée à un système d'avances remboursables (Mustar et Larédo, 2002). Dans le même temps, les montants consacrés à l'intervention publique en faveur de

16 Les arguments qui s'appliquent uniquement aux pays en développement n'ont pas été retenus au sein de cette liste.
17 *General Agreement on Tariffs and Trade.*

l'innovation ont fortement augmenté (CNEPI, 2016). Comme le montre le graphique 3, les aides financières à l'innovation représentaient 0,38 % du PIB français en 2011, alors qu'elles étaient inférieures à 0,2 % entre 1997 et 2003.

Graphique 3 : Financements publics à la R&D des entreprises en France, 1993-2012, en pourcentage du PIB



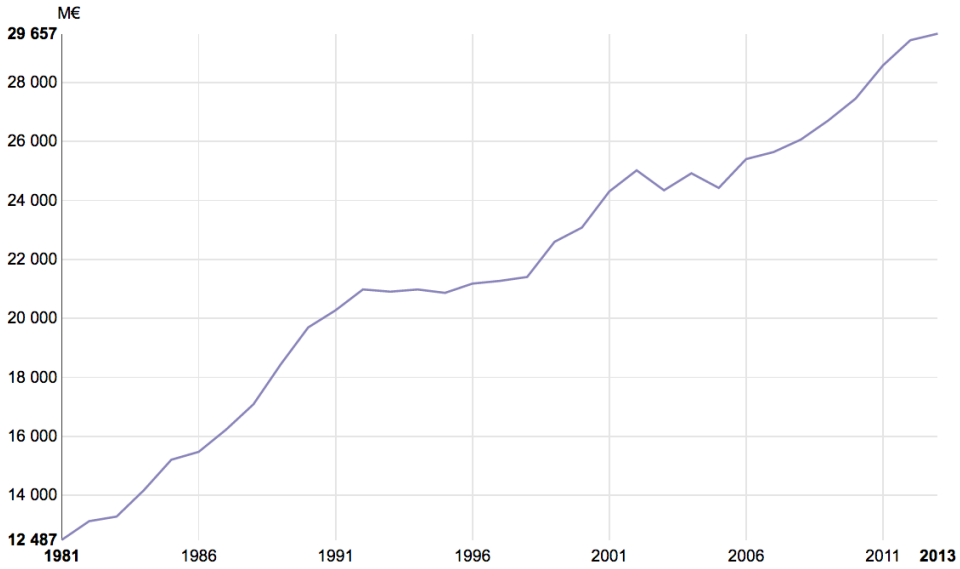
Source : CNEPI (2016)

Deux ruptures peuvent être observées dans la série, pour les années 2004 et 2008. Dans les deux cas, l'intensité de l'intervention publique en faveur de l'innovation augmente de manière très significative. Entre 2007 et 2011, la part des aides publiques à l'innovation dans le PIB a augmenté de 0,14 point. Ces changements brusques proviennent des réformes du CIR, en 2004, 2006 et 2008. Ce graphique indique en effet que les modifications successives des critères d'attribution du CIR ont impliqué une très forte augmentation du pourcentage du PIB dédié aux aides fiscales. A l'inverse, le poids des aides directes à l'innovation décroit sur la période. Cette mutation majeure du *policy-mix* français sera détaillée dans la seconde section de ce chapitre.

Les évolutions quant au rôle et aux modalités d'implication des décideurs publics sont principalement liées au processus de désindustrialisation qui s'est traduit par la tertiarisation de l'économie. Il s'est fortement accéléré au cours des années 1990 à la suite du développement des technologies de l'information et de la communication (Soete, 2007). Par

ailleurs, la fin de la guerre froide (en 1990) a considérablement contribué à réduire le financement public de la R&D dans le secteur de la défense. Ces deux phénomènes induisent une évolution profonde de l'activité d'innovation menée par les firmes qui est de plus en plus liée aux « forces du marché » ainsi qu'à des initiatives privées (Rodrik, 2004). En effet, en 1980, seulement 1300 firmes françaises faisaient de la R&D[18]. L'investissement dans cette activité représentait alors seulement 1,12 % du PIB. Cette situation a largement évolué au cours des décennies suivantes. En 1997, le nombre de firmes investissant en R&D s'élevait à 5600, les nouveaux entrants étant principalement des PME. Ainsi, selon l'OCDE, (2014, p. 29), la France s'est « *inscrite avec succès dans une dynamique de rattrapage technologique* ». Le graphique 4 montre une augmentation continue de la DIRD privée entre 1981 et 2013. Celle-ci a particulièrement accéléré au cours des années 1980. Cette croissance ralentit néanmoins fortement entre 1991 et 1997, puis entre 2001 et 2006, à la suite de l'explosion de la bulle internet (MESR, 2015).

Graphique 4 : Évolution de la DIRD des firmes entre 1981 et 2013 (en M€, au prix 2010)



Source : MESR (2015)

Enfin, en réponse à la crise économique et financière de 2008, plusieurs pays européens dont la France ont à nouveau développé des initiatives s'apparentant à une politique industrielle (Warwick, 2013). Le grand emprunt, décidé par le gouvernement en 2008, a visé à favoriser les investissements en R&D dans des secteurs stratégiques. L'objectif était de

18 Selon les normes du manuel de Frascati.

permettre à la France de conserver sa position sur la scène internationale et de « *préparer la France aux enjeux de demain* » dans des domaines comme la santé et l'environnement (OCDE, 2014, p. 46). En 2009, le programme d'investissements d'avenir (PIA)[19] a été lancé pour une période de 10 ans. Ce dernier intervient en complément des autres dispositifs d'aide à l'innovation. De plus, le soutien aux PME constitue un « axe stratégique » du programme d'investissements d'avenir (source : site internet de la caisse des dépôts et consignations, 2016).

Ainsi, la France, en 2010, est le troisième pays de l'OCDE ayant la politique d'innovation la plus généreuse (Cf. graphique 10). En 2010, en France, 37 % de la DIRDE privée est financée par le biais d'aides à l'innovation. Au sein de pays disposant d'une taille et d'une richesse comparable (Allemagne, Royaume Uni), ce taux s'élève à 30 % en moyenne (OCDE, 2014). Cependant, l'investissement en R&D des firmes françaises reste aujourd'hui inférieur aux objectifs définis par les accords de Lisbonne (2000) et Barcelone (2002). En effet, à l'horizon 2020, les pays signataires se sont engagés à investir au moins 3 % de leur PIB en R&D (privée et publique).

Tableau 7 : Évolution de la DIRD brute des principaux pays de l'OCDE entre 2008 et 2014

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Corée	3.123 %	3.293 %	3.466 %	3.744 %	4.026 %	4.149 %	4.292 %
Allemagne	2.597 %	2.726 %	2.714 %	2.796 %	2.872 %	2.826 %	2.897 %
États-Unis	2.767 %	2.819 %	2.740 %	2.763 %	2.699 %	2.742 %	-
OCDE - Total	2.291 %	2.336 %	2.299 %	2.330 %	2.336 %	2.370 %	2.377 %
France	**2.058 %**	**2.209 %**	**2.175 %**	**2.191 %**	**2.229 %**	**2.243 %**	**2.256 %**
Union européenne *(28 pays)*	1.768 %	1.843 %	1.842 %	1.881 %	1.921 %	1.930 %	1.951 %

Source : Données de l'OCDE (2017)

19 Le Programme d'Investissements d'Avenirs (PIA1) représente un investissement de 35 milliards d'euros sur une période de 10 ans. Il repose sur un principe de co-financement sur des thématiques prioritaires. Celui-ci prend place sous la forme d'appels à projets. Il est complété en 2013 par un second volet, pour un montant de 12 milliards d'euros (source : site internet de la caisse des dépôts et consignations, 2016 ; OCDE, 2014).

Comme le montre le tableau 7, la DIRD brute[20] ne s'élevait qu'à 2,058 % du PIB français, en 2008. L'investissement en R&D français s'est néanmoins intensifié à partir de 2009, à la suite de plusieurs évolutions de la politique d'innovation (réforme du CIR introduction du PIA), Il s'établit alors à 2,256 % du PIB en 2014. Ce pourcentage reste inférieur à la moyenne de l'OCDE, (2,377 % du PIB). En particulier, l'intensité de la DIRD de la Corée (4,292 %), de l'Allemagne (2,897 %) et des États-Unis (2,742 %, en 2013) est plus importante que celle de la France. Selon le rapport intermédiaire de la CNEPI (2016), ce problème est lié à la structure sectorielle de la France, faiblement industrialisée. Notons que ce ratio est cependant supérieur à la moyenne de l'Union Européenne (1,951 %).

En résumé, l'intervention publique en faveur de l'innovation a connu de très fortes évolutions depuis la fin de la seconde guerre mondiale, suivant ainsi les mutations de l'économie. En particulier, alors que la politique industrielle menée jusque dans les années 1990 était principalement destinée à soutenir les grandes firmes, les décideurs publics affichent une volonté de réduire ce déséquilibre, et soutenir spécifiquement les PME et TPE.

1.3. Attribution des aides à l'innovation et taille des firmes subventionnées

Cette sous-section s'intéresse à l'attribution des aides à l'innovation, selon la taille des firmes qui en bénéficient. Cette question a fait l'objet d'une forte attention, à la fois au sein de la littérature scientifique et du débat public. En effet, l'attribution des aides à l'innovation n'est pas aléatoire. Les critères d'attribution des dispositifs peuvent conduire à favoriser une catégorie de firmes par rapport à une autre. Les plus grandes peuvent en effet bénéficier d'une part disproportionnée du financement public en faveur de l'innovation (Becker, 2015). D'une part, les décideurs publics auraient pour objectif de « sélectionner les gagnants » (Blanes et Busom, 2004). D'autre part, les plus grandes firmes peuvent avoir une plus forte tendance à candidater pour l'obtention d'aides à l'innovation (Takalo *et al.* 2013). Cependant, les principales évolutions récentes de la politique d'innovation française sont largement conçues en faveur des petites firmes (OCDE, 2014). Ces différents arguments semblent être confortés par Dortet-Bernadet et Sicsic (2015). Les auteurs

20 A la différence de la DIRD privée investie par les firmes, la DIRD brute comprend également les dépenses de recherche publique (établissements d'enseignement supérieur, organismes publics et privés à but non lucratif) (OCDE, 2017).

s'intéressent en effet à l'évolution de la répartition des aides à l'innovation, en fonction de la taille des firmes[21] (tableau 8).

Tableau 8 : Evolution de la répartition du total des aides à l'innovation par catégories de firmes entre 2003 et 2010

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Grandes firmes	73 %	68 %	65 %	56 %	58 %	56 %	53 %	52 %
ETI	11 %	15 %	19 %	23 %	20 %	22 %	23 %	23 %
PME (Hors TPE)	11 %	13 %	11 %	16 %	15 %	17 %	18 %	18 %
TPE	5 %	4 %	5 %	6 %	6 %	5 %	6 %	6 %
Total	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**

Source : Dortet-Bernadet et Sicsic (2015). *Hors exonérations fiscales des JEI et CIR collection.*

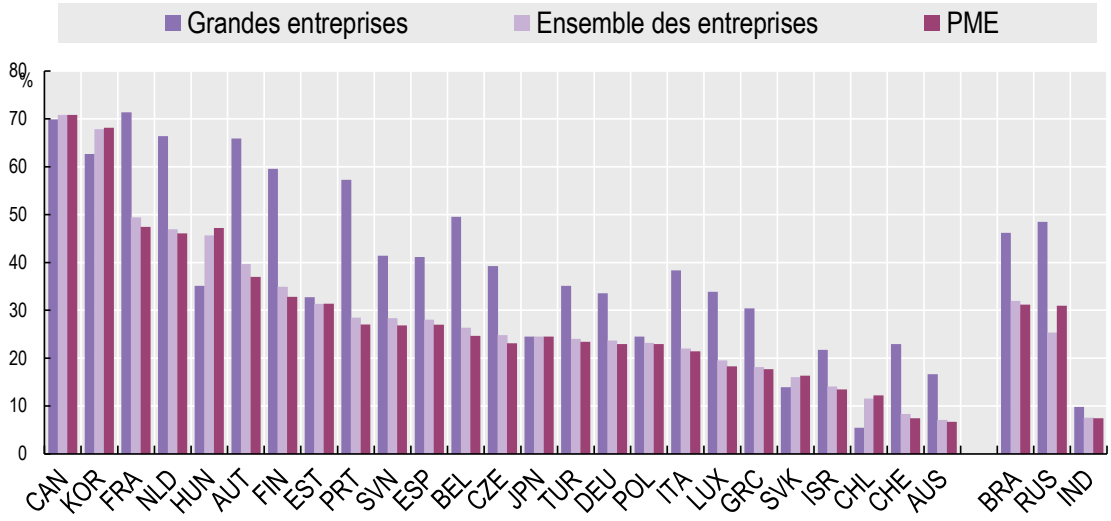
Ils constatent tout d'abord que les aides à l'innovation sont principalement attribuées aux grandes firmes sur l'ensemble de la période. En revanche, ce déséquilibre tend à se réduire entre 2003 et 2010. L'évolution de la politique d'innovation s'est ainsi principalement opérée en faveur des ETI (+12 points) et, dans une moindre mesure, des PME (+9 points). Elle n'a que peu affecté les plus petites firmes. Au global, ce tableau montre que les plus petites firmes ont moins bénéficié que les autres de ces mutations, entre 2003 et 2010.

L'octroi d'une forte proportion de l'intervention publique en faveur des grandes firmes n'est pas spécifique à la France. Le graphique 5 (CNEPI 2016) détaille le pourcentage des firmes innovantes en produit et en procédé ayant bénéficié d'aides à l'innovation, en fonction de leur taille, pour les différents pays de l'OCDE. Pour 22 pays (sur les 29 considérés), la proportion de grandes firmes innovantes aidées est plus importante que celle des PME. La France est néanmoins le seul pays pour lequel plus de 70 % des grandes firmes innovantes

21 La classification des firmes selon leur taille se réfère à la définition communautaire (site internet de l'INSEE, 2017) :
Une « *TPE* » (très petite entreprise) emploie moins de 10 salariés. Son chiffre d'affaires annuel est inférieur à 2 millions d'euros. Depuis 2008, cette catégorie de firmes est désignée par la formule « micro-entreprises ». Le terme « TPE » reste cependant majoritairement utilisé au sein des études citées dans ce chapitre.
Une « *PME* » (petite et moyenne entreprise) emploie entre 10 de 250 salariés. Elle réalise un chiffre d'affaires annuel compris entre 2 et 50 millions d'euros ou dispose d'un total de bilan inférieur à 43 millions d'euros
Une « *ETI* » (entreprise de taille intermédiaire) emploie entre 250 et 5000 salariés. Elle réalise un chiffre d'affaires annuel compris entre 50 et 1 500 millions d'euros ou dispose d'un total de bilan compris entre 43 et 2 000 millions d'euros
Une « *grande entreprise* » est une firme qui ne peut pas être classée dans les catégories précédentes.

ont bénéficié d'une intervention publique. Au total, presque 50 % des firmes innovantes entre 2010 et 2012 ont reçu des financements publics.

Graphique 5 : Part des firmes innovantes en produit et procédé bénéficiant d'aides pour innover, en %, entre 2010-2012



Source : CNEPI 2016

Cette observation soutient ainsi l'argument selon lequel les aides à l'innovation sont principalement attribuées aux grandes firmes. Toutefois, dans le cas de la France, ce constat peut être nuancé lorsque les dépenses de R&D sont effectivement considérées. Selon l'OCDE (2014), le taux de DIRDE financé par les aides à l'innovation est en forme de « U ». Le tableau 9 décompose le taux de financement en fonction de la taille de la firme et du type de financement.

Tableau 9 : Taux de financement public de la R&D des firmes en 2009

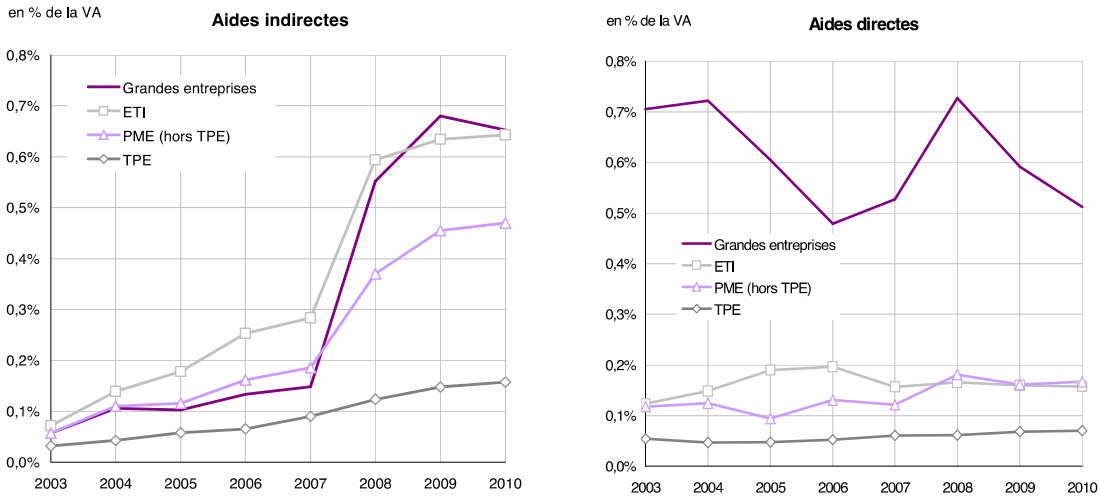
Effectif	DIRDE, milliards €	Financements directs/DIRDE (%)	CIR/DIRDE, (%)	Financements publics/DIRDE (%)
< 50	2,5	13,3	32,5	45,8
50 à 250	3,2	5,7	19,2	24,9
250 à 499	2,1	7,6	17,8	25,4
500 à 1 999	5,1	4,7	14,3	19,0
≥ 2 000	13,5	12,0	15,6	27,6
Total	26,4	9,6	17,8	27,4

Source : OCDE (2014)

Pour les firmes de moins de 50 salariés, 45,8 % des dépenses intérieures de R&D sont financées par le biais d'aides publiques. Lorsque ce critère est considéré, les firmes bénéficiant le plus fortement de l'intervention publique sont les TPE, principalement par le biais du CIR. De ce point de vue, l'attribution des aides à l'innovation apparaît plus équilibrée au regard des catégories de firmes. Les différences constatées jusqu'ici proviennent principalement de différences importantes dans les investissements en R&D réalisés par les firmes. Selon l'OCDE (2014), 84 % de la R&D en France était réalisée par des grandes firmes (plus de 250 salariés), et plus de 90 % des dépenses en la matière provenaient du secteur industriel.

Ce tableau montre également que la relation entre l'attribution des aides à l'innovation et la taille des firmes subventionnées diffère selon le type de dispositif. Dortet-Bernadet et Sicsic (2015) décomposent le pourcentage de la valeur ajoutée (VA) financée par le biais d'aides directes et fiscales à l'innovation en fonction la taille des firmes qui en bénéficient (Cf. graphique 6).

Graphique 6 : Décomposition des aides directes et indirectes à l'innovation en fonction de la taille de la firme, entre 2003 et 2010 (en % de la VA).



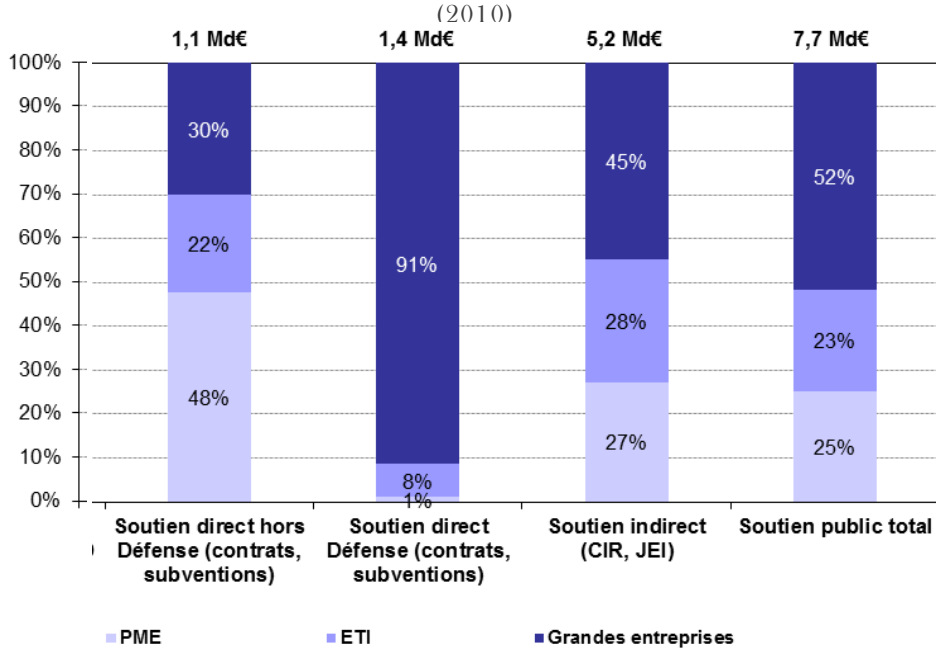
Source : Dortet-Bernadet et Sicsic (2015). *Hors exonérations fiscales des JEI et CIR collection.*

Concernant les aides fiscales, une importante rupture peut ici encore être observée pour l'année 2008. Elle correspond à la principale réforme du CIR. Avant 2008, la part de la VA financée par le biais d'incitations fiscales était plus importante pour les PME et les ETI comparativement aux grandes firmes. En 2009 et 2010, les grandes firmes deviennent les principales bénéficiaires de ce type d'instruments. Le financement des PME (hors TPE)

augmente également, mais de manière plus modérée. Les TPE, quant à elles, bénéficient moins largement des aides fiscales à l'innovation sur l'ensemble de la période.

Les auteurs montrent également que les grandes firmes sont plus largement subventionnées par le biais d'aides directes. Pour ces firmes, la part de la VA financée par le biais d'aides directes a néanmoins tendance à se réduire sur la période, passant de 0,7 % à 0,5 %. De plus, le graphique 7 indique que ce déséquilibre est principalement dû aux subventions spécifiques accordées au secteur de la défense.

Graphique 7 : Distribution des aides à l'innovation en fonction de la taille des firmes (2010)



Source : adapté du rapport de la CNEPI (2016)

En effet, les aides directes à l'innovation (hors contrats de défense) sont majoritairement attribuées aux PME et ETI. Seules 30 % d'entre elles bénéficient aux grandes firmes. Ainsi, si les aides à l'innovation sont attribuées de manière disproportionnée aux plus grandes firmes, cela résulte principalement des programmes spécifiques en faveur des projets militaires.

En conclusion, cette section a permis de détailler l'évolution des politiques publiques en faveur de l'innovation depuis l'après-guerre. Si les arguments justifiant l'intervention de l'État sont restés identiques, ses modalités d'intervention ont très largement évolué. La politique industrielle a laissé place à une politique d'innovation, qui vise en priorité à renforcer l'investissement privé des firmes en R&D. Celle-ci est très généreuse, par rapport aux autres

pays de l'OCDE. De plus, depuis la création de l'OMC, les décideurs publics n'ont plus pour objectif de favoriser explicitement la compétitivité des firmes à l'international. Bien que les aides à l'innovation restent attribuées en priorité aux plus grandes firmes, elles semblent aujourd'hui mieux ciblées sur les PME et TPE, au regard de leur investissement en R&D. L'hétérogénéité de l'intervention publique en faveur de l'innovation permet d'affirmer que l'attribution des aides à l'innovation n'est pas aléatoire. Cette sélection est un élément essentiel qui devra être pris en compte dans l'analyse empirique.

L'évolution récente de la politique d'innovation se traduit également par des changements importants dans le *policy-mix* français. Le recours aux aides directes à l'innovation a fortement diminué au profit des incitations fiscales à l'innovation, et en particulier du CIR.

2. Les mutations du policy-mix français en faveur des aides fiscales à l'innovation

2.1. Aides directes ou aides fiscales à l'innovation ?

En Europe, l'utilisation d'allègements fiscaux en faveur de la recherche remonte à la fin du XV^{eme} siècle, sous forme de privilèges accordés aux inventeurs (MESR, 2005). Les incitations fiscales sous leur forme actuelle ont tout d'abord été introduites au Canada (en 1944) et au Japon (en 1967). Le soutien fiscal en faveur de la R&D consiste en un allègement d'impôt, dont le montant est lié au niveau de R&D dépensé dans le passé (OCDE, 2014). Ce dernier constitue un instrument « automatique », dont l'attribution ne dépend pas d'une sélection explicite par le gouvernement (Lhuillery *et al.*, 2013). L'action de l'État est considérée par les instances européennes comme « neutre » par principe (MESR, 2007). En effet, le seul objectif est une diminution du coût (ou « prix » pour la firme) de la R&D privée afin de l'inciter à intensifier ses investissements (David *et al.* 2000). Ainsi, le décideur public ne cherche pas à influencer les choix de la firme en matière de R&D. Il considère que les firmes elles-mêmes sont les mieux placées pour connaître leurs besoins. Selon l'OCDE (2014), cette neutralité est désirable pour la société si la firme est mieux informée que l'État sur la désirabilité de l'orientation de son activité de R&D. Cette affirmation se justifie dans le cas de marchés concurrentiels soumis aux mécanismes d'offre et de demande. En revanche, de tels dispositifs ne permettent pas de valoriser les projets ayant les retours sociaux les plus

élevés, à l'inverse des aides directes. Ces dernières seront alors privilégiées lorsque les projets répondent à des besoins spécifiques de la société, pour lesquels les rendements sociaux sont supérieurs à la rentabilité économique. Les aides fiscales à l'innovation constituent l'instrument de la politique d'innovation le plus important introduit dans les pays de l'OCDE depuis les années 1980 (MESR, 2007). La popularité croissante des instruments fiscaux, pour les décideurs publics, repose sur différents arguments : les coûts administratifs liés à la mise en place et à la gestion de ces instruments sont faibles. Ils sont par ailleurs aisément modulables et peuvent être facilement supprimés. Enfin, la neutralité de ce dispositif implique que les firmes ne sont pas discriminées a priori « *en fonction de leur secteur, leur niveau technologique ou leur localisation* » (MESR 2007, p. 1). Carvalho (2012), puis Montmartin (2012) synthétisent les avantages et les inconvénients des aides directes et fiscales en faveur de l'innovation (tableau 10).

Tableau 10 : Avantages et inconvénients des aides directes et fiscales à l'innovation

	Avantages	Inconvénients
Incitations fiscales	- Neutralité des dispositifs au regard de la taille, du secteur d'appartenance des firmes, ainsi que de la nature de la recherche menée - Les firmes décident des projets à mener (les firmes sont jugées plus à même de connaître leurs besoins en termes de R&D) - Absence de choix erronés de la part des décideurs publics - Limite du risque de « capture de rente » de la part des décideurs publics (utilisation des fonds pour leur propre intérêt), ainsi que l'impact du lobbying - Les coûts de planification, d'attribution et de gestion sont faibles - Les aides fiscales réduisent directement le coût de la R&D, de manière *ex post*. Ainsi, les sources d'éviction potentielles sont réduites	- Budget difficile à maîtriser - Risque important d'effet d'éviction (financement de projets qui auraient été réalisés en l'absence d'intervention publique) - L'effet additionnel des aides à l'innovation est plus faible pour les plus grandes firmes - Les firmes peuvent être incitées à déclarer d'autres dépenses comme étant des investissements en R&D - Les firmes vont choisir les projets présentant les rendements privés les plus importants
Aides directes	- Permettent aux firmes d'entreprendre des projets risqués et d'atteindre des objectifs spécifiques - Ciblent les activités de R&D ayant les rendements publics les plus élevés - La compétition entre les firmes assure que les ressources sont affectées aux meilleurs projets de R&D - Peuvent être ciblées sur des secteurs ou technologies spécifiques - Permettent de dépasser les ralentissements cycliques ou sectoriels - Encouragent la coopération et le transfert de technologie - Permettent un contrôle du coût	- Coûts administratifs élevés - Difficulté administrative d'étudier un nombre important de candidatures - Les firmes peuvent décider de ne pas investir dans des projets qui n'auraient pas été subventionnés (éviction liée au ciblage du soutien direct) - Impact potentiel de lobbies et des bureaucrates. Les décideurs publics ont une forte pression en termes de résultats, vis-à-vis de leurs électeurs. Ils peuvent être incités à ne subventionner que les firmes ayant une forte probabilité d'innover (*picking the winner strategy*)

Source : adapté de Carvalho (2012) ; Montmartin (2012) et OCDE (2010)

Les mutations récentes de *policy-mix* français sont mises en évidence par la CNEPI (2016). Les auteurs réalisent en effet des cartographies complètes des dispositifs gérés par l'État et ses opérateurs pour les années 2000 et 2014. Ces dernières sont synthétisées dans deux schémas, fournis en annexe 1. La CNEPI classifie alors les dispositifs selon deux critères d'attribution :

- La phase de l'investissement en R&D,
- Le type de projet (individuel ou partenarial) ciblé par les décideurs publics.

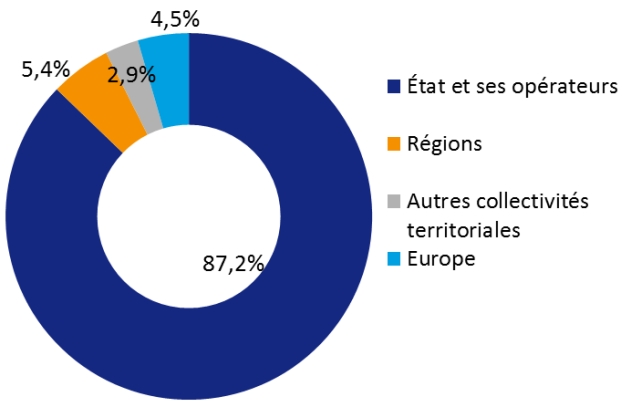
Ces deux schémas confirment la disparition progressive des fonds de R&D industriels et des grands programmes, au profit des aides fiscales à l'innovation. En 2014, les premières phases de l'investissement en R&D (recherche fondamentale, recherche appliquée et développement expérimental) sont principalement soutenues par le biais du CIR.

Parallèlement, l'intervention directe en faveur de l'innovation a largement diminué, devenant de plus en plus fragmentée. Entre 2000 et 2014-2015, le nombre d'aides directes à l'innovation ainsi que d'acteurs impliqués dans leur attribution a fortement augmenté. La CNEPI dénonce la multiplication et l'instabilité de ces dispositifs sur la période. De plus, contrairement aux années 2000, les aides directes à l'innovation (prêts à taux 0, avances récupérables et subventions) visent aujourd'hui principalement à soutenir les phases de développement de l'innovation. L'importance de chaque dispositif a enfin diminué, passant en moyenne de 126 à 39 million d'euros (CNEPI, 2016).

Ainsi, pour l'année 2010, le montant de l'intervention fiscale en faveur de l'innovation s'élevait à 4,5 milliards d'euros, alors que les aides directes à l'innovation financées par l'État ne représentaient que 1,3 milliards d'euros. Les contrats publics pour la défense s'élevaient quant à eux à 1,2 milliards d'euros.

En plus des dispositifs gérés par l'État et ses opérateurs, il est également nécessaire de considérer les aides directes à l'innovation attribuées par d'autres sources. Depuis les années 1980, l'Europe (*via* les « programmes cadres », 1984) et les régions (*via* la « loi de décentralisation », 1982) complètent l'action gouvernementale en faveur de l'innovation. Le graphique 8, également issu du rapport de la CNEPI (2016), distingue les sources de financement des dispositifs de soutien à l'innovation. L'État et ses opérateurs financent 87,2 % des aides à l'innovation, tandis que l'Europe et les régions représentent respectivement 4,5 % et 5,4 % des aides à l'innovation en France.

Graphique 8 : Décomposition des aides à l'innovation par source de financement, en 2014 (en %)

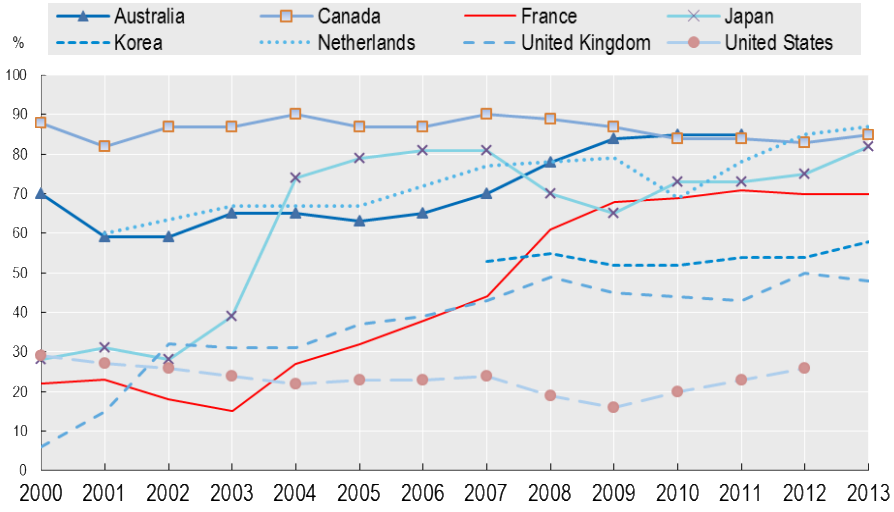


Source : CNEPI (2016)

La multiplication des acteurs publics impliqués dans le soutien de l'innovation renforce la fragmentation de l'intervention directe en faveur de l'innovation.

Cette tendance au renforcement des incitations fiscales en faveur de l'innovation n'est pas spécifique à la France, et peut également être observée dans d'autres pays de l'OCDE. Le graphique 9 détaille l'évolution de la part des aides fiscales dans le *policy-mix* de certains pays de l'OCDE, entre 2000 et 2013.

Graphique 9 : Évolution de la part des incitations fiscales dans l'ensemble des aides à l'innovation des firmes dans certains pays de l'OCDE, entre 2000 et 2013

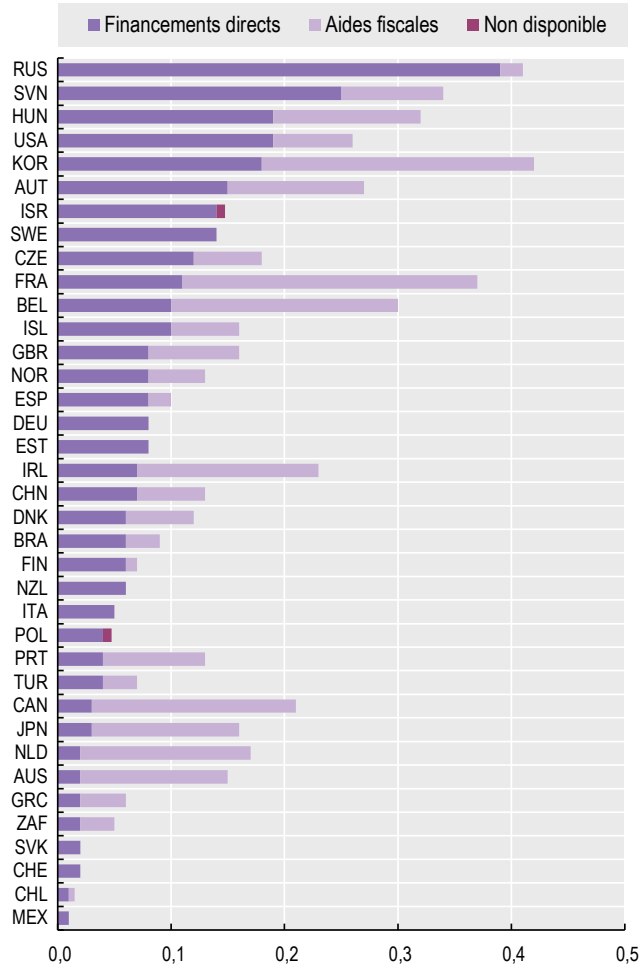


Source : OCDE (2014)

Durant cette période, la part des incitations fiscales a augmenté dans la plupart des pays considérés, à l'exception des Etats-Unis et du Canada. Pour ces deux pays, l'intensité de l'intervention fiscale est restée relativement stable au cours de la période. La trajectoire de la France est ainsi assez semblable à d'autres pays de l'OCDE (Australie, Japon, Royaume Uni, Pays Bas, Corée).

Cependant, comme le montre le graphique 9 (OCDE, 2014), le *policy-mix* des différents pays de l'OCDE est très hétérogène. Pour l'année 2010, certains pays recourent en effet presque exclusivement aux incitations fiscales (Canada, Japon, Pays Bas et Australie, en particulier). A l'inverse, le *policy-mix* de l'Allemagne et la Suède, qui sont considérés comme des pays *« à forte intensité de R&D industrielle »* (MESR, 2013), repose uniquement sur des dispositifs directs.

Graphique 10 : Répartition entre les aides directes et fiscales à l'innovation, en % du PIB (2010)

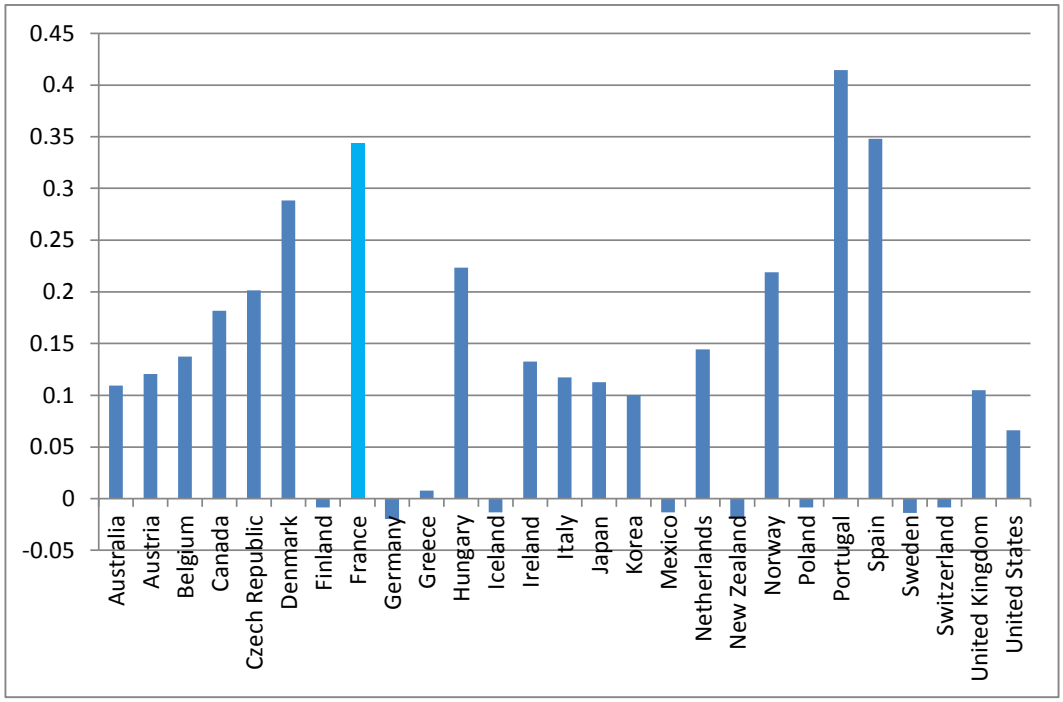


Source : OCDE, (2014)

Ce graphique indique également que si la France ne se situe qu'en 7ème position en termes de financements directs à l'innovation (0,12 % du PIB en 2015), elle est le pays le plus généreux en ce qui concerne les incitations fiscales (0,26 % de son PIB en 2015). Pour l'OCDE (2014) comme pour le CNEPI (2016), le CIR constitue la politique fiscale en faveur de l'innovation la plus généreuse du monde (au regard de son PIB). Le Canada, second pays le plus généreux, consacre 0,21 % de son PIB aux aides fiscales.

Ce constat peut néanmoins être nuancé lorsque la politique d'imposition des firmes est prise en compte.

Graphique 11 : Subvention fiscale à la R&D (1-B-index), 2011



Source : OCDE (2014)

Afin de comparer la générosité de la politique fiscale en faveur de l'innovation mise en œuvre par les différents pays, l'OCDE a développé le B-index, en 1996 (Cf. graphique 11). Cet indicateur intègre à la fois les différentes incitations fiscales et le niveau d'impôt sur les bénéfices. Il mesure ainsi la part de l'investissement en R&D financée de manière privée par la firme, après traitement fiscal. Il permet de déduire le « *taux de subvention fiscale pour un euro de R&D privée dépensé* » (OCDE, 2014, p. 202). En 2011, le B-index était égal à 0.656 pour la France. Cela signifie que, pour un euro de R&D (éligible) dépensé, 34,6 centimes

sont en moyenne financés par le biais d'aides fiscales[22] . Le B-index moyen pour les pays de l'OCDE s'élève à 0,879. Ainsi, lorsque la politique d'imposition sur les sociétés est prise en compte, la France se place en troisième position (sur 27 pays) des pays ayant le dispositif fiscal le plus généreux, après le Portugal et l'Espagne.[23] Dans tous les cas, les différentes études s'accordent sur la générosité de la politique fiscale française en faveur de l'innovation.

Cette sous-section a permis de détailler l'évolution des aides fiscales à l'innovation dans le *policy-mix* français. Le CIR, principal dispositif fiscal français, a également connu des transformations importantes depuis son introduction, en 1983.

2.2. Les spécificités du Crédit Impôt Recherche (CIR)

Le CIR, principal outil de l'intervention fiscale en faveur de l'innovation, a été introduit en France en 1983. A l'origine, ce dispositif devait être temporaire. Il n'a été pérennisé que plus de 20 ans plus tard, en 2004. Si les modalités d'attribution ont beaucoup évolué, sa finalité principale reste identique. Il s'agit d'une réduction d'impôt *ex post*, basée sur les dépenses en R&D engagées l'année précédente. Ainsi, le critère d'attribution choisi n'est pas lié au secteur ou à la taille de la firme (MESR, 2007).

Jusqu'en 2004, le CIR était incrémental. La réduction fiscale était liée à l'augmentation des dépenses de R&D de la firme, en comparaison de la période de référence (l'année précédente ou une moyenne des deux années passées). L'objectif était d'inciter les firmes à ne pas se limiter à la reconduction de l'effort passé mais de les encourager à développer continuellement leur activité de R&D. Ce premier système devait ainsi permettre, théoriquement, de limiter l'existence d'un « effet d'aubaine ». En effet, la R&D subventionnée ne devrait pas correspondre aux investissements que les firmes auraient réalisés en l'absence d'intervention publique. Plusieurs critiques ont néanmoins été formulées concernant l'efficacité du critère incrémental (OCDE, 2014).

Les méthodes de calcul, complexes, tendent à exclure les petites firmes de l'attribution du CIR. Ces dernières doivent alors recourir à des prestataires afin de réaliser les dossiers fiscaux.

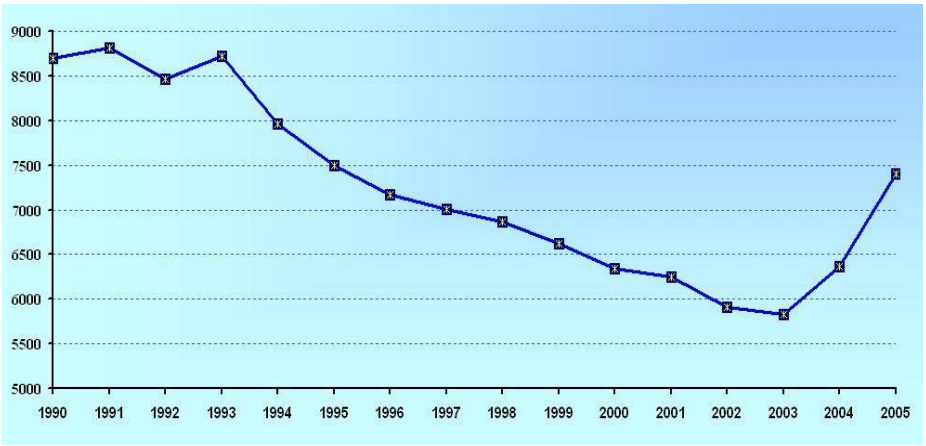
22 En comparaison de la situation de référence, dans laquelle « la R&D serait traitée comme une consommation intermédiaire dans le processus de production et ne serait ni soumise à l'impôt ni subventionnée » (OCDE, 2014 [6])

23 Certains pays n'ayant que très peu recours aux dispositifs fiscaux en faveur de l'innovation, peuvent avoir un pourcentage de R&D financé par le biais d'incitations fiscales inférieur à 0

De ce point de vue, l'effet obtenu est à l'inverse des objectifs définis par les décideurs publics. Selon le rapport sur le CIR (MESR 2014), un effet de trajectoire peut également être observé. Cela signifie qu'un même effort de R&D ne sera pas subventionné de manière identique, selon l'effort passé réalisé par la firme. Enfin, une aide fiscale incrémentale peut également constituer une trappe pour les firmes n'ayant pas la possibilité d'augmenter leurs dépenses en R&D (MESR, 2007). Ce risque est particulièrement élevé pour les firmes « matures », ayant un niveau d'investissement en R&D stable dans le temps. Ces dernières seraient alors incitées à réduire leur niveau de R&D l'année suivant l'obtention du CIR, afin de pouvoir bénéficier de nouveau du bénéfice l'année suivante (stratégie de type « *stop and go* »). Pour la plupart des firmes, le CIR était ainsi considéré comme un bonus « *ex-post* » et n'était pas intégré à la stratégie de R&D.

Dès 1991, l'accroissement des dépenses éligibles est calculé sur la moyenne des deux années précédentes, afin d'éviter cet effet de trappe. Cependant, afin de corriger plus efficacement ces points négatifs, un premier ajustement en 2004 a consisté à attribuer une partie du CIR sur la base d'un critère en volume. Le montant du crédit d'impôt est alors partiellement calculé en fonction des dépenses totales en R&D. La composante incrémentale est temporairement conservée. Comme le montre le graphique 12, cette réforme permet également d'enrayer la baisse constante du nombre de déclarants depuis 1993. Entre 2003 et 2007, le nombre de déclarants a ainsi augmenté de 70 % (CNEPI, 2016).

Graphique 12 : Évolution du nombre de déclarants pour l'obtention du CIR entre 1990 et 2005



Source : MESR (2007)

Une autre réforme, en 2008, a eu pour effet de supprimer le critère d'allocation incrémental. A ce jour, le CIR est uniquement attribué en fonction du montant de R&D investi l'année

précédente (*n-1*). Selon les décideurs publics, une telle réforme permet de s'assurer que la firme qui investit en R&D puisse toujours bénéficier d'un allègement proportionnel aux dépenses engagées. Le taux de CIR dont peut bénéficier la firme est fixé à 30 % des dépenses en R&D. De plus, le plafond définissant le montant maximum éligible pour l'obtention du CIR est abrogé. Néanmoins, au-delà de 100 millions d'euros, la part de dépenses remboursées par l'État est limitée à 5 %. L'objectif est alors de remédier à l'obtention disproportionnée d'allègements fiscaux de la part des grandes firmes déjà évoquée plus haut. Cela doit permettre de favoriser l'émergence d'un effort de long terme. Par ailleurs, cette mesure plus simple vise à développer l'attribution de l'aide en faveur des PME sans que cela n'engendre de coûts administratifs spécifiques. Cette méthode d'attribution présente néanmoins un risque d'effet d'aubaine plus important. En effet, dans la mesure où l'ensemble de la R&D bénéficie d'une réduction du coût, il est possible qu'une partie des dépenses subventionnées puissent avoir été mises en œuvre en l'absence d'intervention publique. Par ailleurs, les firmes peuvent cumuler des subventions directes à la R&D et le CIR. Elles doivent, dans ce cas, déduire le montant des subventions reçues de l'assiette de dépenses déclarées.

La réforme mise en œuvre en 2013 va également dans ce sens, en ciblant spécifiquement les dépenses d'innovation pour les PME (Crédit Impôt Innovation). En effet, une des raisons de la mise en œuvre du CIR était un meilleur ciblage des besoins des PME, jusqu'alors peu prises en compte (CNEPI, 2016). Comme montré dans la section précédente, cet objectif n'était pas atteint, quel que soit le critère d'attribution considéré.

Les dépenses éligibles au CIR et au CII sont différentes. Selon le guide du crédit impôt recherche (MESR, 2015), les firmes peuvent bénéficier du CIR pour : «

- *les activités de recherche fondamentale (contribution théorique ou expérimentale à la résolution de problèmes techniques),*
- *les activités de recherche appliquée (applications possibles des résultats d'une recherche fondamentale)* ».

Le CII, quant à lui, finance : «

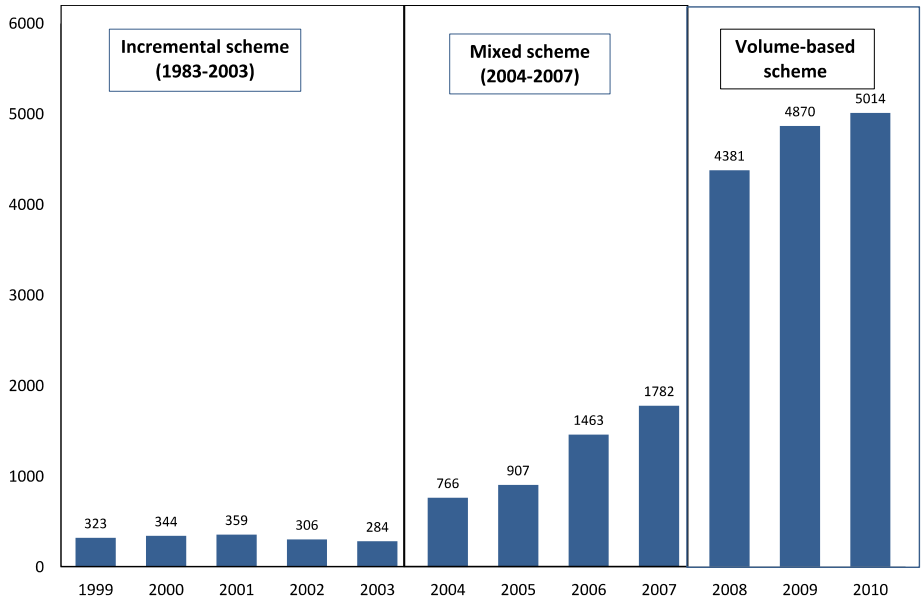
- *les activités de développement expérimental (prototypes ou installations pilotes), quel qu'en soit le domaine* ».

Ainsi, la différence retenue entre les activités de recherche et de développement expérimental concerne « *l'acquisition de connaissances nouvelles* ». Comme le précise la démarche générale d'identification des activités de R&D et d'éligibilité au CIR (MESR, 2015) fournie

en annexe 2, les dépenses de recherche doivent conduire à une évolution de l'état de l'art, afin de « *débloquer des verrous scientifiques et techniques* ».
Une synthèse des principales évolutions du calcul du montant du CIR depuis son introduction, en 1983, est disponible en annexe 3.

Les réformes successives des règles d'attribution du CIR induisent une forte augmentation du montant versé par le gouvernement français. Le graphique 13 détaille cette évolution. Les trois périodes sont aisément identifiables. Entre 2001 et 2003, le montant consacré au CIR décroit légèrement. Il s'établit à 284 millions d'euros en 2003. Pour l'année 2004, le budget consacré à ce dispositif est multiplié par 2,68. Il augmente continuellement jusqu'en 2007. En 2008, de nouveau, le montant alloué au CIR est multiplié par 2,46. Ce dernier s'accroit graduellement depuis, passant de 1,5 milliard d'euros en 2007 à 5,5 milliards en 2013. Le montant des dépenses de R&D déclarées en 2012 s'élevait à 19,2 milliards d'euros (OCDE, 2014).

Graphique 13 : Évolution du montant total alloué au CIR entre 1999 et 2010, en millions d'euros constants

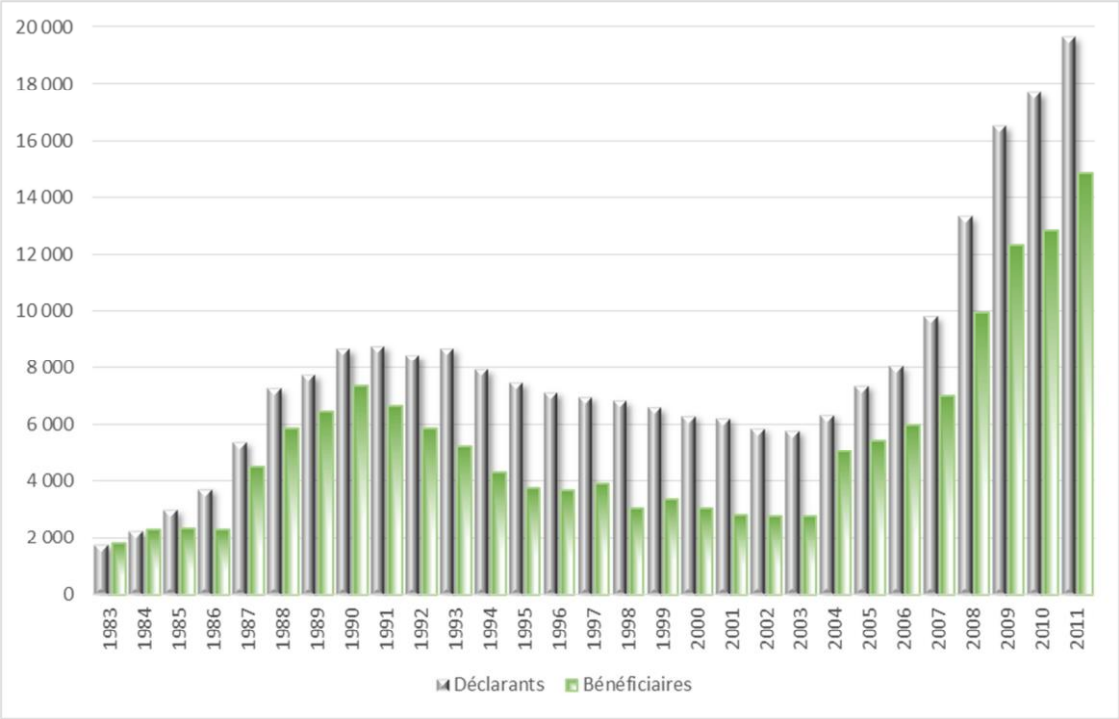


Source : Bozio *et al.* (2014)

De même, le nombre de déclarants et de bénéficiaires du CIR augmente fortement, à la suite de la réforme de 2008. Comme le montre le graphique 14, le nombre de déclarants a ainsi plus que doublé entre 2008 et 2014 (MESR, 2014). Cette évolution est particulièrement

importante pour l'année 2008 (+35 %). Le MESR note par ailleurs que 70 % des nouveaux entrants sont des PME indépendantes. Cela correspond à la priorité établie par les décideurs publics (CNEPI, 2016).

Graphique 14 : Nombre de déclarants et de bénéficiaires du CIR entre 1983 et 2011



Source : MESR (2014)

Le montant dont bénéficient les firmes déclarantes est très hétérogène. Le tableau 11 présente la répartition des financements alloués aux firmes. Tout d'abord, pour 2011, le montant moyen du CIR était égal à 286 013 €, alors que le montant médian s'élève à 53 608 €. Cette différence indique une forte dispersion du crédit d'impôt attribué, en particulier pour les niveaux de financement les plus élevés. Ainsi, 10 % des firmes aidées par le biais du CIR ont bénéficié de moins de 9 302€ d'allègement d'impôts. Enfin, seulement 10 % des incitations fiscales attribuées en 2011 étaient supérieures à 362 593€. Cela confirme que les montants obtenus par les firmes appartenant au dernier décile sont très hétérogènes et peuvent être très supérieurs à la moyenne.

Tableau 11 : Distribution des montants du CIR en 2011

	Montant de CIR en €	Nombre de déclarants
1er décile	9 032	1 816
1er quartile	22 041	4 539
Médiane	53 608	9 078
3ème quartile	133 391	13 616
9ème décile	362 593	16 340
Moyenne	286 613	-

Source : MESR (2014) uniquement pour les firmes déclarant des dépenses éligibles non nulles

Sur la période étudiée dans la partie empirique de cette thèse (entre 2004 et 2006), le CIR était à la fois attribué sur la base d'un critère incrémental et sur le volume de R&D investi l'année précédente. Cette période correspond à une transition entre le système adopté jusqu'en 2004 et la réforme de 2008. Le montant du CIR a ainsi doublé sur la période (Cf. tableau 12). Pour l'année 2005, le montant attribué s'élevait à 982 millions euros. 7400 firmes en bénéficiaient. Par ailleurs, seulement 537 firmes ont demandé à bénéficier du CIR pour la première fois.

Tableau 12 : Caractéristiques des firmes déclarantes, pour l'année 2005

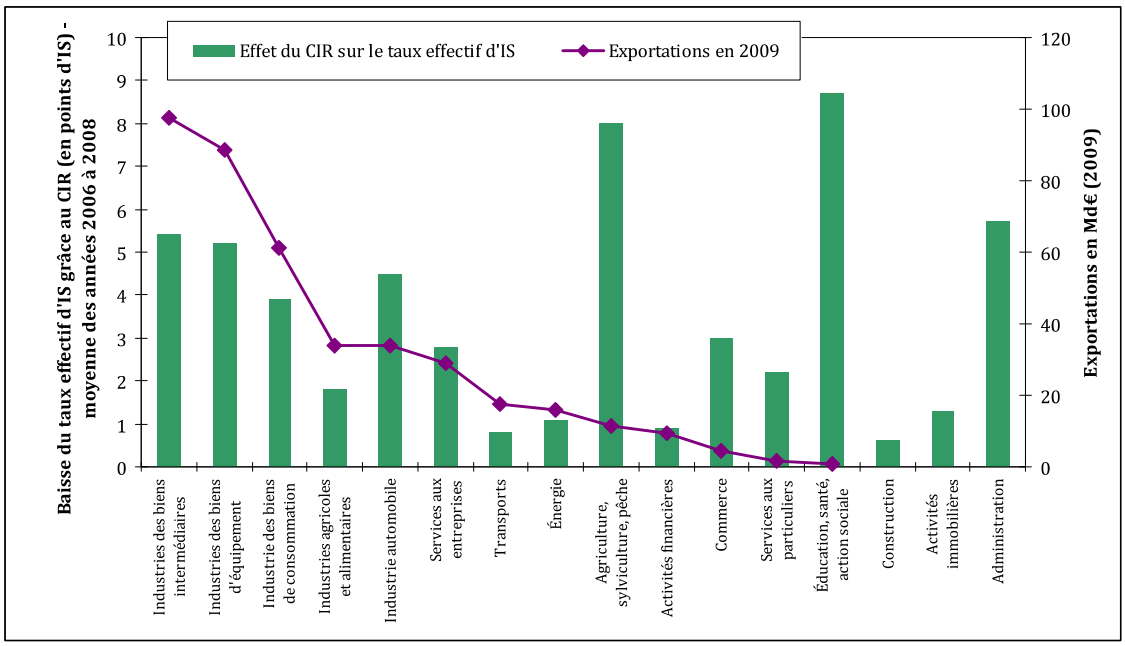
Nombre de firmes déclarantes	7400
Dont firmes indépendantes	*4692*
Dont fiscalement intégrées	*2708*
Montant des dépenses de recherches déclarées (en Milliards d'€)	13,5
Montant du CIR (en Millions d'€)	982
Firmes primo-déclarantes	537

Source : MESR (2006)

Enfin, le CIR peut avoir des effets qui dépassent les objectifs « *qui lui ont été explicitement assignés* » (Martel, *et al.* 2010, p. 27 ; OCDE, 2014). En effet, ce dispositif peut également être interprété comme une réduction du montant de l'Impôt sur les Sociétés (IS). Ainsi, le soutien fiscal en faveur de l'innovation permet de favoriser la compétitivité des firmes intensives en R&D. Entre 2006 et 2008, l'allègement moyen pour les firmes ayant bénéficié du CIR a été de l'ordre de 2.5 points d'IS (passant de 28,1 % à 25,6 %). La mission d'évaluation du CIR (Martel *et al. ibid*) pointe également l'existence d'un lien entre innovation

et exportation. En combinant ces deux arguments, les évaluateurs établissent une corrélation directe entre la diminution de l'IS induite par le CIR et l'exportation au niveau sectoriel. Le Graphique 15 superpose ainsi la baisse moyenne du taux effectif d'impôt sur les sociétés induite par le CIR (entre 2006 et 2008), et le montant des exportations par secteur (en 2009).

Graphique 15 : Effet du CIR sur le taux effectif d'IS des firmes, entre 2006 et 2008



Source : Martel *et al.* (2010)

Globalement, les secteurs les plus exportateurs sont ceux qui ont le plus bénéficié de « l'effet CIR ». En enlevant les secteurs « agriculture, sylviculture et pêche » et « éducation, santé, action sociale » (qui ne comprennent qu'un petit nombre de firmes), le coefficient de corrélation entre la diminution du taux d'IS et l'exportation du secteur est égale à 0,7. Cette corrélation pourrait encore augmenter en considérant uniquement les secteurs manufacturiers. **Ce constat suggère que la flexibilité du CIR permet directement aux firmes d'exporter.** L'objectif de cette thèse consiste précisément à montrer l'existence d'un lien entre les aides à l'innovation et l'activité d'exportation des firmes. Ce graphique central ré-affirme l'intérêt de la problématique étudiée.

3. Synthèse

L'objectif de ce premier chapitre était d'étudier les caractéristiques des dispositifs d'aides publiques à l'innovation. Tout d'abord, l'intervention publique a pour but de réduire les défaillances de marché (Nelson, 1959; Arrow, 1962) qui conduisent les firmes à sous-investir en R&D. Les trois défaillances principales identifiées par les auteurs sont le coût (irrécouvrable) de l'activité d'innovation, l'incertitude liée à la réussite du projet et l'appropriabilité imparfaite des résultats. Ces défaillances ont largement été intégrées au cadre théorique néo-classique au sein des modèles de compétition monopolistique. Les objectifs ainsi que la composition du *policy-mix* français ont évolué très fortement depuis la fin de la seconde guerre mondiale. A ce jour, la politique d'innovation française repose principalement sur l'attribution d'incitations fiscales, par l'intermédiaire du CIR. A l'inverse, depuis le début des années 2000, les aides directes à l'innovation sont de plus en plus fragmentées et le montant alloué à chaque dispositif a diminué. Enfin, des éléments de politique industrielle sont réintégrés dans le *policy-mix*, *via* le programme d'investissements d'avenir. Les critères d'attribution de ces deux types de dispositifs fiscaux et directs diffèrent. Ainsi, la sélection non aléatoire des firmes subventionnées doit être prise en compte dans l'évaluation de leur efficacité. La composition et la générosité de la politique d'innovation française permettent par ailleurs de conclure que cette dernière constitue une exception, au regard des autres pays de l'OCDE.

Dans ce cadre, l'intervention publique en faveur de l'innovation semble pouvoir impacter l'exportation des firmes. Ce chapitre a permis d'identifier plusieurs arguments allant en ce sens. Tout d'abord, jusqu'à la signature des accords de l'OMC (1995), l'amélioration de la compétitivité internationale constituait un des objectifs de la politique industrielle française. Les financements publics devaient alors permettre la constitution de « champions nationaux » capables d'exporter les technologies développées par les firmes. Cet objectif ne fait plus partie des priorités poursuivies par les décideurs publics bien qu'il puisse être apparenté au « soutien au développement des firmes innovantes » (CNEPI, 2016). Ainsi, les dispositifs actuels visent en priorité à favoriser l'investissement en R&D des firmes. Cet objectif constitue alors le principal critère d'efficacité des aides à l'innovation.

Cependant, comme montré en introduction, le renforcement de la compétitivité des firmes françaises à l'international constitue un enjeu majeur des politiques publiques. Le rapport de

la CNEPI (2016, p. 87) s'interroge en particulier sur l'objectif que doivent atteindre les dispositifs publics, à l'échelle macroéconomique :

« [L'évolution des aides à l'innovation] pose cependant une question de finalité : la politique suivie doit-elle être appréciée au regard de l'objectif d'incitation à la R&D, de l'objectif de compétitivité industrielle, ou de l'objectif d'attractivité du territoire [...] Compte tenu du poids du CIR et du rôle qu'il a joué dans ce basculement vers les aides indirectes, il est de première importance de l'évaluer au regard de ces différents objectifs ».

Étendre l'analyse à l'activité d'exportation permet d'apporter une meilleure compréhension de la contribution des dispositifs publics à la compétitivité industrielle française. En particulier, la diminution de l'impôt sur les sociétés induite par le CIR bénéficie principalement aux secteurs les plus exportateurs (Martel *et al.*, 2010 et OCDE, 2014). Ces derniers peuvent ainsi mobiliser un budget plus important pour exporter. Plusieurs rapports portent également l'accent sur la flexibilité du CIR (Martel, *et al.*, 2010 ; Carvalho, 2012 ; CNEPI, 2016). Le montant de l'incitation fiscale obtenu peut être directement intégré dans le budget de la firme. En l'absence de contrôle *ex post*, elle peut être incitée à ne pas réinvestir ce financement dans son activité d'innovation, mais utiliser celui-ci pour exporter. Cette décision opportuniste peut être qualifiée d'effet d'aubaine.
Ces observations laissent supposer l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes. Ce lien semble d'ailleurs faire l'objet d'un intérêt croissant, tant du point de vue de la communauté académique que des pouvoirs publics, sans recevoir toutefois de réponse.

Le chapitre suivant vise à mettre en relation les littératures sur l'évaluation des politiques publiques à l'innovation et sur le lien entre innovation et exportation. Le cadre théorique retenu est néo-classique. L'objectif est d'étudier la manière dont les aides à l'innovation impactent les décisions d'innovation et d'exportation des firmes en situation de concurrence monopolistique. Dans ce cadre, l'intervention publique en faveur de l'innovation impacte principalement le coût fixe que doivent payer les firmes pour innover. Cet impact peut avoir pour conséquence principale d'améliorer la profitabilité future de l'activité d'exportation. La littérature mobilisée permet d'étendre les propositions empiriques formulées par Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008, 2011) et de déboucher sur un modèle empirique capable d'identifier les vecteurs par lesquels ces dispositifs peuvent induire les firmes à exporter.

Chapitre 2

L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Introduction générale
Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation en France : perspectives historique et internationale
Chapitre 2 : L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Évaluations des aides directes et fiscales à l'innovation	Les liens entre innovation et exportation - *Le lien causal entre innovation technologique et exportation* - *Le lien simultané entre investissement en R&D et exportation*
Cadre d'analyse : Identification des vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'exportation des firmes	

Chapitre 3 : Analyse empirique des impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Conclusion générale

Chapitre 2. L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

À l'inverse des politiques industrielles menées jusque dans les années 1990, les aides à l'innovation, par ailleurs en forte croissance, n'ont pas pour objectif explicite de favoriser l'exportation des firmes. Plusieurs éléments permettent néanmoins d'envisager de tels effets. Deux études indiquent en particulier que les incitations fiscales à l'innovation contribuent à réduire le poids de l'impôt sur les sociétés dans les secteurs les plus exportateurs (Martel *et al.*, 2010 ; OCDE, 2014). De plus, certains dispositifs visent à soutenir la croissance et le développement des firmes (Cf. annexe 1, CNEPI, 2016). L'objectif principal reste néanmoins le renforcement de leur capacité de R&D. Ainsi, les aides publiques à l'innovation sont considérées comme efficaces si elles induisent une augmentation de l'investissement privé en R&D. Cette efficacité fait l'objet d'un certain consensus au sein de la littérature (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014 ; Dimos et Pugh, 2016). L'ampleur de cet impact est cependant très hétérogène.

Toutefois, Aw *et al.* (2011, p. 1313) insistent sur l'importance de considérer l'impact des aides à l'innovation à la fois sur l'activité d'innovation et d'exportation :

« Les [...] politiques qui altèrent les retours futurs d'une activité, tels qu'une réduction des coûts du commerce international ou une subvention à la recherche et développement, affectent la probabilité des deux activités ».

Les auteurs arguent ici que les aides publiques à l'innovation pourraient également contribuer au démarrage ou à l'intensification de l'exportation de la firme. Jusqu'ici, les évaluations de ces aides se basent donc sur une vision partielle de la firme, réduite à sa seule activité de R&D. Ce constat apparaît également problématique au regard des recommandations de la Commission Européenne. Comme mentionné en introduction de cette thèse, le second rapport INNO-Grips précise que l'innovation et l'exportation sont deux activités essentielles pour assurer la pérennité de la firme et permettre sa croissance. Il recommande d'ailleurs de réduire les barrières à l'innovation, dans le but d'améliorer les capacités d'exportation des firmes. Le rapport intermédiaire de la CNEPI (2016, p. 7) conforte cette analyse et précise que :

« L'objectif *[du renforcement des capacités d'innovation] demeure incontestable. Tant la montée en gamme rapide des pays émergents que les succès commerciaux de ceux de nos partenaires qui ont su miser sur la nouveauté et sur la qualité confirment que si un pays avancé comme le nôtre veut maintenir son niveau de vie et défendre ses positions sur les marchés internationaux, il doit impérativement jouer cette carte* ».

Or, à l'exception de Sissoko (2015), qui montre que le programme européen EUREKA impacte l'exportation des firmes bénéficiant de ce dispositif, aucune étude à ce jour met en évidence un lien entre ces deux phénomènes à l'échelle de la firme.

L'objectif de ce chapitre consiste donc à détailler les vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation peuvent impacter l'exportation des firmes. Le cadre théorique retenu dans cette thèse est néo-classique. Les firmes maximisatrices sont considérées en situation de concurrence monopolistique. Elles prennent des décisions stratégiques en comparant les coûts (fixes et variables) aux bénéfices qu'elles peuvent obtenir dans le futur (Spence, 1984 ; Constantini et Melitz, 2007 ; Aw *et al.,* 2008, 2011). L'importance des coûts fixes ainsi que la faiblesse des bénéfices anticipés peuvent être théoriquement considérés comme des défaillances de marché.

L'idée est alors de s'intéresser précisément aux décisions stratégiques qui peuvent être induites à la suite de l'intervention publique. La première section de ce chapitre recense les principales études théoriques et empiriques évaluant l'efficacité des aides à l'innovation sur l'innovation des firmes. Une distinction est réalisée entre les aides directes et fiscales. Le chapitre précédent montre en effet que ces deux types d'aides ont des caractéristiques différentes. La seconde section de ce chapitre s'intéresse à la relation entre les activités d'innovation et d'exportation. L'activité d'innovation est tout d'abord considérée par le biais de son *output* (innovation technologique) puis par son *input* (investissement en R&D). Une synthèse de ces deux littératures permet de distinguer deux types de vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes :

- Un effet sur le lien causal entre innovation technologique et exportation : les aides à l'innovation favorisent l'introduction de nouveaux produits et procédés sur les marchés (Vernon, 1966 ; Constantini et Melitz, 2007),
- Un effet simultané sur les décisions stratégiques des firmes en matière de R&D et d'exportation (Aw *et al.,* 2008, 2011).

1. Evaluation des aides publiques à l'innovation : des effets positifs sur la R&D et l'innovation, mais un impact sur l'exportation largement ignorés

La littérature relative à l'évaluation des aides publiques à l'innovation s'est fortement développée depuis le début des années 2000 à la suite de l'étude pionnière de David *et al.* (2000). Cet intérêt croissant peut être justifié par une double évolution. D'une part, l'évaluation des politiques publiques permet de répondre à un besoin grandissant des décideurs publics de mieux connaître l'efficacité des mesures qu'ils mettent en place. D'autre part, l'évolution des outils économétriques et l'adoption par les économistes de la méthode dite « *par appariement* » ont contribué à réduire la présence de biais statistiques et à la croissance de travaux de qualité. Cette méthodologie, héritée du domaine de l'épidémiologie, sera détaillée dans le chapitre 3. Toutefois, en dépit de ces avancées, plusieurs rapports récents édités par la cour des comptes française (2013) ou par la CNEPI (2016) mettent en évidence les limites des travaux d'évaluation existants. L'argument retenu est que ces derniers n'évaluent que le seul objectif d'incitation à la R&D. Ce constat est également évoqué au sein de la littérature scientifique (Cerulli, 2010). En effet, le critère principal d'efficacité est une augmentation des dépenses de R&D, qualifié d'effet « additionnel ».

Dans un premier temps, cette section détaille le cadre justifiant le concept d'additionnalité, développé par David *et al.* (2000). La seconde sous-section synthétise les principales évaluations de l'impact des aides à l'innovation sur les dépenses de R&D. La distinction entre aides directes et fiscales fait l'objet d'une attention particulière. Enfin, la dernière sous-section présente les analyses empiriques s'intéressant à d'autres impacts, tels que l'innovation technologique, l'évolution de la productivité ou de l'emploi, pour montrer leurs apports mais aussi leurs limites.

1.1. L'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D des firmes : l'additionnalité comme critère principal d'efficacité des politiques publiques

La grande majorité des travaux sur l'efficacité des aides publiques ont privilégié un critère d'efficacité basé sur la présence d'un effet « additionnel ». Celui-ci consiste en l'intensité de l'effort supplémentaire en R&D réalisé à la suite de l'obtention d'aides publiques. Cette sous-section vise tout d'abord à définir théoriquement ce concept.

1.1.1. Le concept d'additionnalité

Buisseret, Cameron et Georghiou (1995, p. 590) définissent la notion d'additionnalité comme le critère d'efficacité principal des aides publiques en faveur de l'innovation :

« *L'objectif des aides à l'innovation est de provoquer un changement dans le financement privé de la R&D, dans le comportement ou dans les performances de la part des entreprises* ».

Ce critère permet d'évaluer si l'intervention publique en faveur de l'innovation atteint l'objectif d'incitation à la R&D (CNEPI, 2016). Ce critère constitue le principal objectif poursuivi par les décideurs publics. Selon David *et al.* (2000), la question principale est de savoir si l'aide publique à la R&D est « complémentaire » ou « substituable » aux dépenses privées réalisées par les firmes. Le cadre d'analyse proposé peut être résumé comme suit :
Soit une firme *j*, considérée comme une entité rationnelle. Pour chaque décision qu'elle doit prendre dans le cadre de son activité de R&D, elle effectue une analyse de type coûts-bénéfices. Elle compare les coûts marginaux (« *marginal cost of R&D », MCC*) et les bénéfices marginaux (*« marginal return of R&D » MRR*) anticipés de la R&D, afin de déterminer l'utilité d'un investissement supplémentaire. Conformément aux hypothèses néo-classiques, les coûts marginaux sont croissants, alors que les bénéfices marginaux sont décroissants. L'investissement en R&D est par ailleurs considéré comme parfaitement divisible et continu.
Le MRR dans l'équation (1) est fonction du niveau d'investissement R de la firme j ainsi que

$$MRR_j = f(R, X) \quad (1)$$

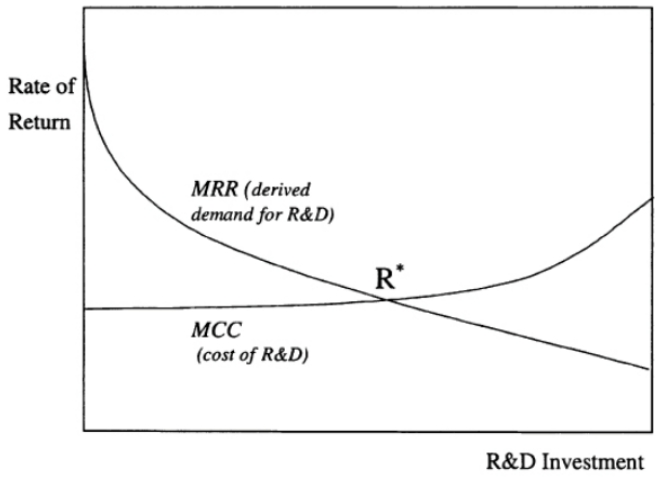
$$MCC_j = g(R, Z) \quad (2)$$

d'un vecteur X de variables, influençant les retours potentiels de l'innovation. X est ainsi défini par les opportunités technologiques qui se présentent à la firme, l'état de la demande sur le marché potentiel et les conditions pouvant affecter l'appropriabilité des innovations.
Le MCC dans l'équation (2) est également fonction du niveau d'investissement R ainsi que d'un vecteur Z de variables pouvant influencer les coûts de l'activité de R&D. Z est défini par les politiques d'aides à l'innovation permettant de réduire le coût des projets de R&D, les conditions macroéconomiques, les conditions sur les marchés financiers affectant la

contrainte de financement ainsi que la disponibilité de sources de financement externes telles que l'obtention de financements bancaires.

Les auteurs proposent une représentation graphique des fonctions (1) et (2), reproduites ci-dessous (graphique 16).

Graphique 16 : La décision d'investissement de la firme en R&D



Source : David *et al.* (2000)

Ainsi, la firme *j* maximise son profit au niveau de R&D au point R^*, défini par la relation suivante :

$$R_j^* = h(X, Z) \qquad (3)$$

L'obtention d'une aide à l'innovation déplace alors la courbe de bénéfices marginaux vers le bas, ou bien déplace la courbe de retours marginaux vers le haut.

David *et al.* (2000) précisent que les dispositifs directs en faveur de l'innovation impactent à la fois les courbes de MCC et de MRR. Si l'objectif principal des décideurs publics est la réduction du coût marginal de la R&D, il en résulte un déplacement de la courbe de MCC vers le bas. Un déplacement de la courbe de MRR vers le haut peut également survenir si l'aide à l'innovation permet à la firme d'augmenter l'efficience de sa R&D, ou diminue le risque lié à l'investissement en R&D. Très récemment, Negassi et Sattin (2014) précisent cette idée en montrant que les aides fiscales à l'innovation, au contraire, permettent uniquement

de diminuer le coût marginal de la R&D (MCC). Ce résultat est intéressant puisqu'il montre que l'effet des aides est hétérogène selon leur type.

Dans le cas où l'aide n'aboutit pas à un effet additionnel, il est possible de parler d'effet d'éviction (« *crowding-out effect* »). Deux vecteurs principaux peuvent limiter l'impact de l'intervention publique en faveur de l'innovation (David *et al.,* 2000) ; Lach, 2002). Premièrement, si toutes les firmes sont incitées à participer aux programmes d'aide, elles peuvent également ne pas respecter leurs engagements et utiliser les sommes versées à d'autres fins (effet d'aubaine). Heijs (2003) évoque un comportement de passager clandestin (« *Freerider* »). Deuxièmement, les firmes peuvent décider de favoriser le projet subventionné au dépend d'autres dépenses prévues. En effet, la plupart des aides directes sont conditionnées à des obligations de résultats en termes de R&D. Les firmes peuvent être dès lors incitées à concentrer leurs efforts sur ces travaux afin de pouvoir présenter un bilan satisfaisant (David *et al. , 2000*).

Cerulli (2010) complète le modèle développé par David et al. (2000), en intégrant le montant de R&D induit par l'intervention publique, nommé *H*.

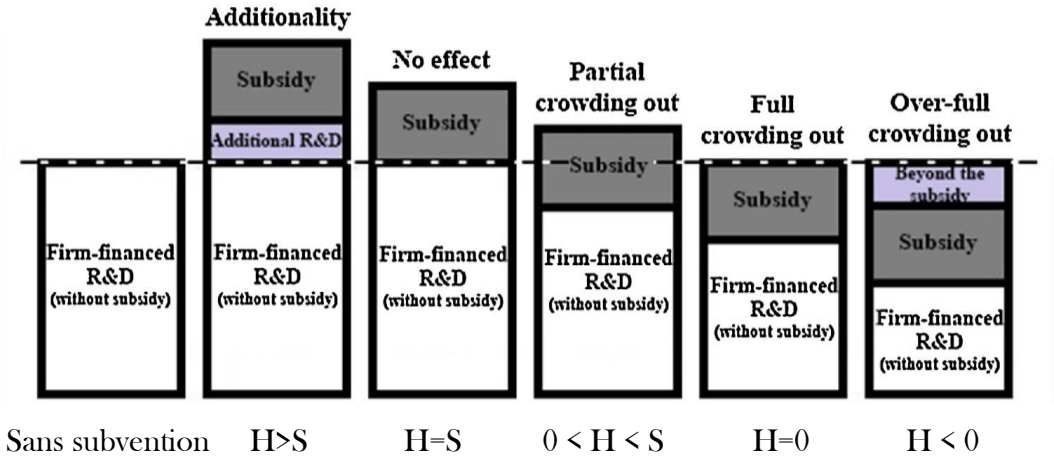
$$R = R^* + H \qquad (4)$$

En comparant le montant de R&D induit par l'intervention au montant de la subvention S obtenue par l'entreprise *j*, Cerulli (2010) détaille 5 situations distinctes :

- Si $H = S$, il n'y a ni additionnalité, ni effet d'éviction
- Si $H > S$, il est possible d'observer un effet d'additionnalité
- Si $0 < H < S$, il est possible d'observer un effet d'éviction partiel
- Si $H = 0$, l'effet d'éviction est total. La firme utilise l'intégralité du financement obtenu à d'autres fins que les dépenses de R&D
- Si $H < 0$, la firme diminue son investissement en R&D à la suite de l'obtention d'une aide.

Plus récemment, Dimos et Pugh (2016) proposent une représentation schématisée de l'effet additionnel (figure 1).

Figure 1 : L'effet additionnel généré par l'intervention publique sur la R&D privée

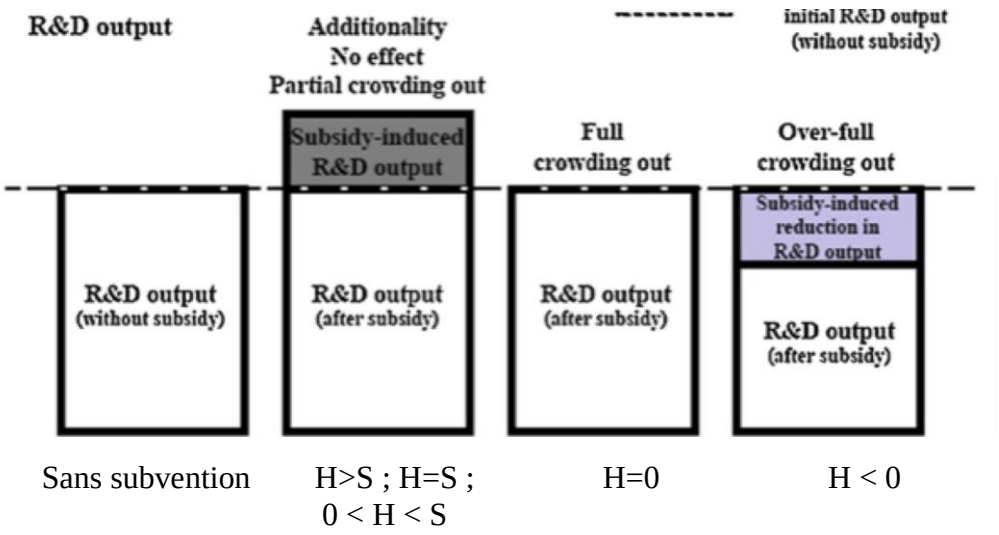


Source : Dimos et Pugh (2016)

Une firme peut avoir augmenté ses dépenses de R&D sans qu'il soit possible d'observer un effet additionnel sur la R&D privée. La plupart des travaux d'évaluation basés sur des enquêtes relatives à l'innovation ne disposent pas de données sur le montant des aides publiques. Les chercheurs testent alors la présence d'un effet d'éviction total, dans la mesure où il est impossible de différencier l'effet additionnel de l'effet d'éviction partiel[24]. Dimos et Pugh (2016) parlent, à ce titre, de l'étude d'un « *output de R&D induit par la subvention* ». Les auteurs proposent une seconde représentation schématisée détaillant l'effet ainsi considéré (figure 2).

24 L'évaluation économétrique développée dans la partie empirique de cette thèse, basée sur le volet français de l'enquête CIS, ne fait pas exception. Si cela peut impliquer une certaine prudence dans la formulation des conclusions de cette recherche, une telle restriction n'a, en revanche, aucun impact sur la validité des résultats présentés.

Figure 2 : L'effet additionnel sur l'output de R&D



Source : Dimos et Pugh (2016)

Le modèle détaillé ci-dessus peut être considéré au regard de l'analyse de Spence (1984), présentée dans le chapitre 1. Si les auteurs ne s'intéressent pas aux conditions d'hétérogénéité des firmes[25], ils définissent la décision stratégique d'investissement en R&D comme le résultat d'une comparaison entre les coûts de l'investissement et les bénéfices futurs que la firme espère obtenir. Ainsi, les aides à l'innovation peuvent induire les firmes à prendre des décisions stratégiques en R&D en réduisant les défaillances de marché auxquelles elles font face. González *et al.* (2005), en particulier, montrent que les aides à l'innovation permettent de dépasser les barrières qui tendent à freiner les décisions d'investissement en R&D prises par les firmes. Ces obstacles sont alors considérés comme un coût fixe initial. Sur la base de ce cadre conceptuel, les évaluations empiriques des aides à l'innovation se focalisent sur l'existence d'un effet additionnel des aides à l'innovation. L'existence de ce dernier fait l'objet d'un certain consensus au sein de la littérature.

1.1.2. L'impact des aides à l'innovation sur l'activité de R&D des firmes

Comme souligné ci-dessus, la littérature empirique relative à l'évaluation des aides publiques à l'innovation s'est fortement développée depuis les travaux de David *et al.* (2000) et Klette, Jarle et Griliches (2000). Ces auteurs synthétisent les travaux antérieurs sur l'efficacité des

[25] Pour rappel Spence (1984) considère l'hétérogénéité des firmes au regard de leur productivité initiale.

aides à l'innovation, tant au niveau microéconomique que macroéconomique. Ils concluent à un effet positif de l'intervention publique en faveur de l'innovation sur les dépenses privées de R&D. En revanche, ils mettent en évidence des limites méthodologiques substantielles. En particulier, David *et al.* (2000, p. 500) expliquent que les résultats des études antérieures ne proviennent pas « *d'expérimentations correctement conçues* », « *réplicables* » et « *controlées* ». Il s'agit d'études *ex post* qui reflètent en réalité un ensemble d'effets qui peuvent se contrebalancer. Elles ne prennent pas en compte, par ailleurs, les effets hétérogènes du *policy-mix*[26]. D'un point de vue statistique, cela se traduit par la présence de deux biais potentiels. Tout d'abord, les facteurs qui permettent d'expliquer l'obtention d'un dispositif public en faveur de l'innovation sont, pour la plupart, identiques aux déterminants de l'investissement en R&D. Ce biais « d'endogénéité » peut remettre en cause la validité interne des résultats obtenus. Dans le cas où les données utilisées sont en coupe transversale (obtenues sur une seule période), l'endogénéité peut être liée à un effet de causalité inverse. Il est difficile de savoir si la firme a augmenté ses dépenses de R&D à la suite de l'intervention publique, ou si l'aide publique intervient après la variation de l'investissement (« biais de simultanéité »). Ensuite, la participation à des dispositifs d'aides peut refléter à la fois les priorités du gouvernement (effet de sélection) et la décision des firmes de déposer une candidature (effet d'auto-sélection). Lach (2002), précise ainsi qu'il peut exister des motivations « cachées » dans les choix des décideurs. Ces derniers se placent en effet dans un processus politique qui se superpose aux considérations économiques. Comme le montre Wallsten, (2000) les décideurs publics peuvent adopter une stratégie de « sélection du gagnant » et choisir de ne subventionner que les firmes ayant de fortes perspectives de croissance et de faibles risques de défaillance. L'objectif serait alors de pouvoir présenter un bilan positif du dispositif auprès des électeurs potentiels (Lach, 2002). A l'inverse, les décideurs peuvent également favoriser en priorité les firmes en difficulté. Cette sélection peut néanmoins induire l'émergence de firmes dont la survie n'est due qu'à l'intervention publique (Oh *et al.,* 2008).

Afin de prendre en compte ces biais potentiels, les méthodes dites « quasi-expérimentales » ont été de plus en plus utilisées par la littérature empirique. Récemment, Zúñiga-Vicente *et al.* (2014) examinent 118 évaluations des politiques publiques à l'innovation menées entre 1966 et 2011. Dans la lignée de Cerulli (2010), les auteurs concluent que les aides à

26 Pour rappel, le *policy-mix* peut être défini comme la combinaison des différents types d'aides mis en œuvre par les décideurs publics.

l'innovation ont globalement un impact positif sur les dépenses de R&D. Ils constatent néanmoins que cet effet est très hétérogène. Certaines études référencées par les auteurs n'observent pas d'effet des aides. D'autres concluent à un effet d'éviction. Les auteurs attribuent cette hétérogénéité aux caractéristiques géographiques et temporelles de l'étude, au type d'aides étudiées, ainsi qu'au périmètre de l'échantillon considéré. Très récemment, Dimos et Pugh (2016) réalisent une méta-analyse visant à prendre en compte ces différentes sources d'hétérogénéité, ainsi qu'un biais de publication[27]. Les auteurs étudient 52 articles publiés depuis l'an 2000. Cette analyse différencie l'effet des aides sur la R&D privée de celle sur « l'output de R&D après subvention ». Les auteurs concluent à l'existence d'un effet positif des aides à l'innovation sur la R&D. Cependant, si l'analyse économétrique permet de rejeter l'existence d'un effet d'éviction, l'existence d'un effet additionnel sur l'intensité de R&D privée est faible et non robuste. Cette étude souligne également la forte hétérogénéité des effets observés dans la littérature, qu'ils qualifient de « *large et complexe* » (p. 811). Les principales sources d'hétérogénéité sont, ici encore, liées à la fois aux caractéristiques des dispositifs attribués et à celles des firmes subventionnées par les décideurs publics. Becker (2015) conduit également une revue extensive de la littérature concernant l'impact des aides à l'innovation sur la R&D privée. L'auteur montre que les études récentes, contrairement aux plus anciennes, ont une plus grande propension à conclure à la présence d'un effet additionnel des aides publiques à l'innovation. Dans le cas français, Duguet (2004) montre également que l'intervention française en faveur de l'innovation augmente significativement l'investissement en R&D privée des firmes, entre 1985 et 1997. Très peu d'évaluations mettent en évidence un effet d'éviction total (Busom, 2000 ; Wallsten, 2000 ; Kaiser, 2006 ; De Blasio, Fantino et Pellegrini, 2014). Très récemment, Aristei, Sterlacchini et Venturini (2017) analysent l'impact des aides à l'innovation dans plusieurs pays européens, à l'aide d'une méthode par appariement. Cette analyse est complétée par des estimations paramétriques récursives. La méthodologie mobilisée permet ainsi de prendre en compte la simultanéité entre les aides et l'investissement de R&D. Les auteurs rejettent l'hypothèse d'effet d'éviction pour l'ensemble des pays, exception faite de l'Espagne. De même que Dimos et Pugh (2016), ils n'observent toutefois pas d'effet additionnel des aides sur la recherche privée. Ils expliquent ce résultat par l'influence de la période considérée, qui correspond au début de la crise des subprimes (2007 à 2009).

---

[27] Les auteurs définissent le biais de publication comme une tendance à « *sur publier les estimations qui excluent les effets d'éviction totaux* » ou les résultats encore plus négatifs (Dimos et Pugh, 2016, p. 802)

En résumé, les évaluations des aides à l'innovation concluent ainsi pour la plupart à l'existence d'un effet positif, bien que faible, sur l'investissement en R&D des firmes. Les résultats obtenus sont par ailleurs très hétérogènes. Parmi les facteurs d'hétérogénéité considérés par la littérature, le type de dispositif alloué par les décideurs publics bénéficie d'un intérêt croissant. Les critères d'attributions des aides directes et fiscales suggèrent que ces dispositifs peuvent avoir un impact différent sur les dépenses de R&D.

1.2. L'impact différencié des aides directes et fiscales à l'innovation

1.2.1. Des critères d'attribution distincts

De plus en plus de travaux d'évaluation distinguent les aides directes des incitations fiscales. Une première source d'hétérogénéité peut être identifiée dès le processus d'attribution des aides publiques. Le dépôt de dossiers de candidature par les firmes nécessite une dépense en termes de temps et de ressources humaines. En modélisant l'attribution d'aides directes à l'innovation, Takalo et Tanayama (2010) et Takalo *et al.* (2013) évoquent l'existence de « coûts administratifs ». Les auteurs expliquent que les firmes comparent les profits anticipés aux coûts administratifs afin de décider de déposer ou non une candidature. Ainsi, la firme s'auto-sélectionne dans le programme d'aide[28]. Ensuite, toujours dans le cas d'aides directes, les décideurs publics sélectionnent les firmes qu'ils souhaitent subventionner. Les critères d'attribution de ces dispositifs sont discrétionnaires et souvent confidentiels. Une évaluation précise de leur efficacité peut alors s'avérer complexe. Henningsen, Hægeland et Møen (2015) analysent ce problème de sélection de manière approfondie. Ils étudient l'impact de la qualité du projet et des intentions de recherche des firmes sur la probabilité d'obtenir une subvention. Le critère de qualité est approximé par les notes attribuées par les décideurs publics aux projets soumis. Les auteurs observent également un effet positif, quoique modéré, des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D. Ils concluent également qu'une augmentation de la note attribuée de 1 point (sur une échelle de 7) implique un investissement supplémentaire en R&D privée de l'ordre de 20 à 30 %.

28 Takalo, *et al.* (2013) se réfèrent à la notion d'auto-rejet (self rejection).

Contrairement aux aides directes, les incitations fiscales sont, en France, principalement attribuées sur la base des dépenses de R&D passées. Plusieurs arguments peuvent néanmoins inciter une firme *a priori* éligible à ne pas candidater (Lentile et Mairesse, 2009). En particulier, certaines dépenses de R&D spécifiques peuvent ne pas être éligibles à l'obtention d'une aide fiscale (Cf. chapitre 1). Par ailleurs, certaines firmes peuvent ne pas solliciter d'incitation fiscale dans la mesure où bénéficier d'un tel dispositif pourrait augmenter le risque d'audit. Enfin, au-delà des coûts administratifs, les firmes potentiellement éligibles peuvent ne pas avoir connaissance des dispositifs disponibles. En revanche, une firme éligible peut anticiper le montant d'aide qui lui sera alloué. Autrement dit, seul l'effet d'auto-sélection conditionne l'obtention d'une incitation fiscale. Elles peuvent intégrer l'aide publique en tant que ressource financière dans la planification de leur stratégie future. Théoriquement, il existe donc un fort risque d'effet d'éviction lié à l'attribution d'aides fiscales (Hall et Van Reenen, 2000). A partir de la littérature antérieure, Hall et Van Reenen (*ibid.*) observent que les incitations fiscales sont peu efficaces sur le court terme alors que leur efficacité augmente sur le long terme. Dans sa revue de littérature, Becker (2015) s'intéresse à la différence entre les aides directes et indirectes. L'auteur conclut à un scepticisme des économistes au regard de l'efficacité d'une intervention fiscale. Les différences dans l'attribution des aides directes et fiscales laissent supposer une différence en termes d'efficacité. Plusieurs études récentes cherchent d'ailleurs à déterminer l'efficacité relative des dispositifs fiscaux et directs.

1.2.2. Comparaisons de l'impact des aides directes fiscales à l'innovation

Tout d'abord, plusieurs travaux empiriques se focalisent sur l'effet des incitations fiscales en faveur de l'innovation. Negassi et Sattin (2015) réalisent une méta-analyse des principales évaluations des dispositifs fiscaux à partir de 60 études empiriques. Une telle méthode présente l'avantage de pouvoir comparer les résultats obtenus par les chercheurs dans différents pays et sur plusieurs périodes. Ils concluent que les aides fiscales à l'innovation impactent significativement l'investissement en R&D des firmes.

Bérubé et Mohnen (2009) comparent les firmes financées par les deux types d'aides par rapport à celles ayant uniquement bénéficié d'incitations fiscales. Les résultats montrent que les premières innovent plus, introduisent plus d'innovations radicales et bénéficient de meilleurs résultats commerciaux que les secondes. D'autres études comparent directement les deux types d'aides. Les incitations fiscales apparaissent globalement plus efficaces que les aides directes. Hægeland et Møen (2007) observent, dans un premier temps, que les aides directes et fiscales sont complémentaires au niveau individuel. Ils montrent, dans un second

temps, que les aides fiscales impactent les investissements en R&D de manière plus importante que les aides directes. Garza *et al.* (2015) obtiennent des résultats similaires à l'aide d'une analyse théorique, en duopole. Les auteurs arguent que les aides directes sont moins flexibles que les incitations fiscales. La firme est en effet tenue d'utiliser spécifiquement les ressources obtenues pour effectuer des dépenses de R&D. Les aides directes peuvent alors pousser les firmes faiblement intensives en R&D à surinvestir dans cette activité. L'intervention publique, dans ce cas, va à l'encontre de la maximisation du surplus du producteur et des retours sociaux. Les aides fiscales à la R&D, au contraire, ont un impact plus important sur l'intensité de R&D compte tenu de leur « *simplicité, universalité et absence de risque de diffusion de l'innovation* » (Garza *et al.,* 2015, p. 2). Bien que leur efficacité soit inégale, les auteurs concluent néanmoins que les deux types d'aides impactent positivement les marges extensives de la R&D (i.e. augmentation du nombre de firmes investissant en R&D) et ses marges intensives (i.e. montant investi par celles faisant d'ores et déjà de la R&D). Becker (2015) conclut également au regard de la littérature antérieure que les aides fiscales semblent être plus efficaces que les aides directes pour éviter la présence d'un effet d'éviction. L'attribution des instruments fiscaux sur la base de dépenses passées obligerait la firme à effectuer l'investissement avant d'obtenir un soutien public. L'auteur note néanmoins que les aides fiscales sont plus efficaces sur le court terme alors que les aides directes auraient plutôt un effet de long terme.

De nouveau, peu d'études concluent à une absence d'impact des dispositifs en faveur de l'innovation lorsque celles-ci sont distinguées en fonction de leur type. Romero-Jordan *et al.* (2014) observent cependant un très faible impact des aides à l'innovation directes comme fiscales. A partir d'un échantillon de firmes industrielles espagnoles, ils montrent que les aides fiscales, à elles seules, n'induisent pas la firme à démarrer une activité de R&D. Cet effet d'éviction serait dû à l'obligation, pour les firmes, de financer le projet par elles-mêmes avant de bénéficier de l'aide fiscale. L'incitation fiscale constitue une prime *ex post* et non pas un stimulus *ex ante*. Cette conclusion s'oppose particulièrement à celle de Becker (2015)[29]. L'effet d'éviction est également observé dans le cas où la firme a bénéficié des deux types

29 Il est important de préciser que les deux auteurs ne retiennent pas le même critère d'efficacité des aides fiscales à l'innovation. Pour Becker, la mesure de l'efficacité des aides fiscales est aisée puisque l'entreprise est incitée à investir avant de recevoir l'aide. Romero-jordan *et al.* (2014), comme il est d'usage dans la plupart des travaux d'évaluation des aides fiscales, se dotent d'une mesure plus étroite. Le dispositif est considéré comme ayant atteint son objectif d'incitation à la R&D si et seulement si l'entreprise continue d'augmenter son investissement après l'obtention du financement public.

d'instruments publics. Ce second constat est également en contradiction avec les résultats de Bérubé et Mohnen (2009). Les auteurs concluent néanmoins à l'existence d'un impact très faible des aides pour les grandes firmes qui investissent de manière permanente en R&D.

Un autre critère d'efficacité des aides fiscales et directes est également identifié dans la littérature. Dans la lignée de González et al. (2005), certains auteurs montrent que les aides directes et fiscales peuvent contribuer à diminuer les obstacles à l'innovation rencontrés par les firmes. Busom, Corchuelo et Martinez-Ros (2014) s'intéressent aux contraintes financières (internes et externes) et aux difficultés d'appropriabilité qui peuvent freiner les décisions d'investissement en R&D. Sur un échantillon de firmes espagnoles, les résultats mettent en évidence que les deux types d'aides permettent de réduire ces obstacles. Ils précisent également que les subventions directes semblent être plus efficaces que les aides fiscales pour aider les firmes à dépasser les obstacles à l'innovation du fait d'un processus d'attribution ciblé. Ce résultat est particulièrement valable pour les jeunes firmes intensives en connaissances, afin de les aider à débuter une activité de R&D.

En résumé, la littérature empirique ne permet pas de conclure avec certitude à l'efficacité d'un type d'aide à l'innovation, par rapport à l'autre. Comme mentionné dans le chapitre 1, les aides directes et fiscales à l'innovation présentent des avantages et inconvénients distincts. Les analyses présentées jusqu'ici évaluent l'impact de l'intervention publique dans différents pays, mais ne s'intéressent pas spécifiquement à la politique d'innovation française. Or, cette dernière présente certaines singularités, mises en évidence dans le chapitre 1. Plusieurs études montrent que les aides à l'innovation ont également un impact positif, bien que nuancé, sur l'investissement en R&D dans le cas français.

1.3. L'efficacité des aides fiscales à l'innovation en France : l'impact du Crédit Impôt Recherche (CIR)

1.3.1. Avant la réforme de 2008

Depuis l'introduction du CIR en 1983, le gouvernement français a régulièrement commandité des études pour évaluer son efficacité. Comme précisé dans le chapitre 1, ce dispositif représente la principale incitation fiscale en faveur de la R&D en France. Dans ce

cadre, Mulkay et Mairesse (2004, 2013) réalisent plusieurs évaluations des effets du CIR sur le long terme. Ils utilisent un modèle structurel d'investissement des firmes en R&D et concluent à un effet relativement large du CIR entre 1980 et 1997, puis entre 2004 et 2007. Ils observent que les incitations fiscales réduisent significativement le coût d'utilisation de la R&D[30]. L'augmentation du montant des dépenses en R&D converge également vers le même ordre de grandeur, mais uniquement sur le long terme. Les auteurs notent également que la réduction du coût de la R&D imputable au CIR a fortement augmenté à la suite de la réforme de 2004. Ces travaux ne s'intéressent toutefois pas à l'existence d'effets de court terme des aides fiscales. Dans cette perspective, Duguet (2012) étudie spécifiquement les dispositifs fiscaux mis en œuvre par le gouvernement français sur la base d'un critère incrémental entre 1993 et 2003. L'obtention d'un euro d'aide fiscale (en supprimant les montants attribués dans le cas d'aides directes), induit plus d'un euro d'investissement en R&D par la firme. Les dispositifs fiscaux induisent également une augmentation du nombre de chercheurs dans les firmes subventionnées. L'auteur mentionne également que la probabilité d'obtenir une aide fiscale décroît avec l'obtention d'une aide directe. Enfin, les firmes bénéficiant d'instruments fiscaux sont en moyenne plus petites que celles aidées par des dispositifs directs.

1.3.2. Après la réforme de 2008

Plus récemment, Mulkay et Mairesse (2013) réalisent une évaluation *ex ante* des effets attendus de la réforme du CIR. Les auteurs notent que le mode de calcul du CIR utilisé après 2008 devrait permettre de réduire le coût de la R&D de plus de 30 %. Si l'impact de la réforme du CIR sur le capital et les dépenses de R&D devrait être croissant dans le temps, l'augmentation estimée est très progressive. Selon les auteurs, l'effet global de la réforme serait supérieur à l'augmentation de la dépense fiscale induite par la réforme au bout de cinq ans. Deux autres études, réalisées dans le cadre d'un programme gouvernemental (MESR, 2010) cherchent à évaluer l'effet de la réforme du CIR survenue en 2008. Bozio *et al.* (2014) observent une efficacité de la réforme sur les marges intensives et extensives de l'activité de R&D des firmes. Ils précisent néanmoins que l'effet observé est inférieur à ce qui aurait pu être atteint, puisqu'aucun impact sur les dépôts de brevets n'est démontré. Lhuillery *et al.* (2013) analysent à la fois l'impact des aides directes et fiscales françaises entre 1993 et 2009.

30 Ainsi, entre 2004 et 2007, à une diminution du coût de la R&D de 10 % correspond une augmentation de la masse de capital en R&D de l'ordre de 4 %

Les auteurs utilisent tout d'abord une méthode par appariement sur des « catégories de traitement » avant de proposer un appariement « sur traitement continu ». Cette méthode permet d'évaluer l'efficacité du financement public en fonction du montant attribué. Les firmes ayant reçu des montants d'aides importants sont comparées à celles ayant bénéficié de financements publics moins élevés, ou non aidées. Ils mettent en évidence un effet additionnel des aides directes et fiscales ainsi que des deux aides cumulées. Pour les firmes ayant obtenu des montants d'aides moyens ou faibles, les effets sont beaucoup plus nuancés. Si obtenir uniquement le CIR entre 2004 et 2009 impacte positivement les dépenses de R&D, bénéficier uniquement d'une aide directe ou des deux types d'aides n'implique pas d'effet additionnel. Cette recherche met en évidence la présence d'un montant minimal pour que les aides à l'innovation soient efficaces. Les auteurs indiquent enfin que ces conclusions semblent justifier les réformes du CIR menées en 2008 puis en 2013.

En résumé, l'existence d'un impact positif des aides publiques à l'innovation sur l'investissement de R&D, en France et dans les autres pays développés, fait l'objet d'un consensus relatif au sein de la littérature. En revanche, toutes les études n'observent pas un effet additionnel des aides sur la R&D privée des firmes. Suivant les recommandations du rapport de la CNEPI (2016), il est possible de conclure que les décideurs publics atteignent, au moins en partie, l'objectif d'incitation à la R&D. Les différents travaux évoqués ci-dessus ne donnent en revanche aucune information concernant l'impact des aides à l'innovation sur le développement et la compétitivité des firmes.

1.4. L'impact des aides publiques à l'innovation, au-delà de l'investissement des firmes en R&D

Plusieurs études montrent que les aides à l'innovation impactent également l'introduction d'innovations technologiques par les firmes subventionnées. D'autres s'intéressent à l'effet des aides à l'innovation sur l'emploi ou la productivité. Les résultats obtenus s'avèrent cependant fortement nuancés.

1.4.1. L'impact des aides à l'innovation sur l'innovation technologique, la productivité et l'emploi

La plupart des évaluations des aides à l'innovation utilisent comme seul critère d'efficacité les *inputs* de l'activité d'innovation. Certains travaux étendent la représentation de la firme au-delà de son seul investissement en R&D. Elles étudient l'effet des aides sur l'*output* d'innovation (i.e. la mise sur le marché d'innovations technologiques). Considérer cet impact est important pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il fournit un premier moyen de montrer que l'intervention publique affecte le développement et la compétitivité des firmes, dépassant ainsi le seul objectif d'incitation à la R&D. A ce titre, Czarnitzki et Licht (2006) identifient trois arguments justifiant une telle approche. Premièrement, les firmes peuvent être incitées à demander un financement public pour leurs projets les plus risqués qui ne bénéficient pas d'investissements privés. Leur probabilité de réussite serait alors plus faible. Deuxièmement, une telle analyse permet de s'assurer que l'augmentation de la R&D observée ne se traduit pas uniquement par une augmentation du salaire des chercheurs impliqués sans une amélioration de la productivité de la recherche. Troisièmement, les subventions peuvent inciter les firmes à se focaliser sur des projets de recherche pour lesquels elles sont les moins productives pour générer des innovations.

Dans cette perspective, Czarnitzki et Hussinger (2004) montrent que la R&D induite par les aides à l'innovation[31] affecte positivement la probabilité de déposer un brevet ainsi que le nombre de brevets déposés. Cet effet peut être qualifié « d'additionnalité d'output ». De même, Czarnitzki et Licht (2006) mesurent l'innovation technologique par la probabilité d'avoir déposé un brevet et par le nombre de brevets déposés. Ils montrent également un effet positif de la R&D « induite par l'intervention publique » sur l'output d'innovation et précisent qu'elle n'est pas significativement moins efficace que la R&D financée de manière strictement privée. Plus récemment, Czarnitzki et Lopes-Bento (2014) concluent que les brevets déposés par les firmes aidées sont plus fréquemment cités en tant que référence par des brevets ultérieurs[32]. Ils ont ainsi plus de « valeur » et « d'importance » que ceux déposés par des firmes non subventionnées. Enfin, Bronzini et Piselli (2016) évaluent l'impact d'un dispositif public direct mis en œuvre au début des années 2000 dans le nord de l'Italie. De

31 Le montant de R&D induit par les aides publiques correspond au montant de l'aide attribué, additionné au montant de R&D additionnel prédit, qui n'aurait pas été investi en l'absence de l'intervention publique.

32 Chaque dossier de dépôt de brevet comprend en effet un « état de l'art », dans lequel le requérant mentionne les innovations et recherches antérieures sur lesquelles s'appuie sa propre innovation.

nouveau, les auteurs observent un impact positif des aides à l'innovation sur la probabilité de déposer un brevet ainsi que sur le nombre de brevets détenus par la firme.

L'utilisation des brevets comme mesure de l'innovation fait l'objet d'une discussion au sein de la littérature. En effet, cette approximation ne permet pas d'appréhender l'ensemble des innovations mises sur le marché par les firmes, en particulier pour les PME. Les brevets sont en effet sources de coûts de transactions élevés. De plus, la publication d'un brevet rend automatiquement l'innovation « publique » (Le bas et Pénin, 2015). Ainsi, de nombreuses firmes choisissent de ne pas breveter leurs innovations afin de conserver leur avance technologique. Plusieurs travaux récents ont recours à des mesures déclaratives. Dans ce cas, les firmes indiquent directement si elles ont innové ou non au cours de la période d'étude. Czarnitzki, Hanel et Rosa (2011) concluent que les instruments fiscaux ont un effet positif sur l'introduction d'un produit ou d'un procédé « nouveau pour le monde » ou « nouveau pour le Canada ». Ces derniers augmentent également le nombre de produits nouveaux ou améliorés mis sur le marché ainsi que la proportion des ventes que cela représente pour la firme. Les auteurs confirment ces résultats pour un sous-échantillon composé uniquement de firmes innovantes. Hottenrott et Lopes-Bento (2014) concluent que la R&D induite par les aides publiques a un impact significatif sur le pourcentage de ventes lié à des produits nouveaux pour le marché. Cet impact est par ailleurs plus important pour les firmes collaborant à l'international. De même, Beck, Lopes-Bento et Schenker-Wicki (2016) montrent que, contrairement à la R&D privée, la R&D induite par l'intervention publique a un effet significatif que dans le cas d'innovations radicales. En revanche, Cappelen, Raknerudn et Rybalka (2012) observent un effet des aides fiscales que sur la probabilité d'innover en procédé et sur l'introduction de produits nouveaux pour la firme. Les résultats ne montrent pas d'effet significatif des incitations fiscales sur l'introduction de produits nouveaux pour le marché ni sur la probabilité d'avoir déposé un brevet sur la période. Comme mentionné ci-dessus, ce résultat est également obtenu par Bozio *et al.* (2014), dans le cas de la France. Merito, Giannangeli et Bonaccorsi (2010) nuancent également l'existence d'un effet additionnel sur l'innovation technologique en montrant que l'effet des aides sur l'output d'innovation n'est que temporaire et s'annule à moyen terme.

D'autres travaux ont cherché à mieux appréhender l'effet de l'intervention publique sur la firme qui en bénéficie, au-delà de son activité d'innovation. Plusieurs études s'intéressent à l'influence des aides à l'innovation sur la productivité future de la firme. La présence d'un tel impact permettrait d'envisager un lien entre les aides à l'innovation et l'exportation des firmes,

à moyen ou long terme. Ce dernier n'est que peu supporté empiriquement. Sørensen *et al.* (2003) concluent, à partir d'une analyse théorique, que les aides à l'innovation n'améliorent pas significativement la productivité totale des facteurs (*TFP*)[33], sur le long terme. Piekkola (2007) montre que l'intervention publique en faveur de l'innovation impacte positivement la croissance de la TFP des petites firmes et non des plus grandes. Merito *et al.* (2007) mettent également en évidence l'absence d'effet des aides à l'innovation sur la productivité.

Il en est de même pour les travaux étudiant l'effet des aides à l'innovation sur la croissance de l'emploi des firmes. Piekkola (2007) conclut également que les aides à l'innovation contribuent avant tout à l'augmentation du salaire des chercheurs réalisant de la R&D et non à la création de nouveaux emplois. Ce résultat est également corroboré par les travaux de Wolff et Reinthaler (2008). Link et Scott (2012a, 2012b) n'observent qu'un effet très faible du dispositif « *small business innovation research* » sur l'emploi des PME américaines. Récemment, à partir de données françaises, Dortet-Bernadet et Sicsic (2015) montrent que l'effet des aides à l'innovation sur l'emploi des chercheurs français est négatif, suggérant un fort effet d'aubaine. D'autres auteurs observent néanmoins un effet positif des aides à l'innovation sur l'emploi (Merito *et al.,* 2010 ; Czarnitzki et Lopes-Bento, 2013).

En résumé, si plusieurs études montrent que les aides à l'innovation impactent positivement la mise sur le marché d'innovation technologique, leur effet sur la productivité et l'emploi ne fait pas l'objet d'un consensus. L'existence d'un effet potentiel des aides à l'innovation sur l'exportation est quant à elle largement ignorée au sein de la littérature.

1.4.2. L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation : un effet largement ignoré

A ce jour, peu de travaux se sont intéressés à *« la relation entre les activités de R&D et les stratégies autres que la R&D* », qui nécessiteraient « *des investigations plus approfondies»* (Cerulli, 2010, p. 445). Paradoxalement, la littérature ne précise pas dans quelle mesure les

33 La productivité totale des facteurs est une mesure de la productivité de la firme communément utilisée dans la littérature. La méthode de calcul, en revanche, diffère selon l'article étudié. L'analyse empirique mise en œuvre dans le chapitre 3 intègre l'indice de productivité multiple (« *multilateral productivity index* »), introduit par Caves, Christensen et Diewert (1982) La méthodologie de calcul est détaillée en annexe 4.

aides publiques à l'innovation peuvent influencer l'activité d'exportation de la firme. Cette recherche vise ainsi à montrer que les aides publiques n'affectent pas l'activité d'innovation de manière isolée mais influencent également d'autres décisions prises par la firme, en particulier l'exportation.

L'exportation, jusqu'ici, a été principalement considérée comme un déterminant clé de l'attribution des aides. Les firmes exportatrices font face à une compétition plus importante, en particulier sur les marchés internationaux. Elles doivent investir plus intensément en R&D pour rester compétitives (Aerts et Czarnitzki, 2004 ; Duguet, 2012 ; Busom *et al.* 2014, *etc.*). Görg, Henry et Strob (2008) évaluent l'effet d'aides indifférenciées (non spécifiques à l'innovation) sur un échantillon de firmes irlandaises. Ils concluent qu'un niveau de financement minimum est nécessaire pour encourager l'exportation des firmes déjà présentes sur les marchés internationaux. Ils ne trouvent néanmoins que peu d'éléments de preuve indiquant que les dispositifs publics incitent les firmes à démarrer une activité d'exportation. Czarnitzki *et al.* (2011) observent que les incitations fiscales canadiennes, pour les firmes ayant innové sur la période, n'ont pas pour effet d'augmenter les parts de marché de la firme à l'international. Cette mesure de l'exportation est cependant déclarative (échelle à cinq points). Il ne s'agit donc pas d'une analyse robuste de l'effet des aides sur l'exportation de la firme. Les auteurs montrent que les aides à l'innovation n'améliorent pas la perception de la firme quant à la réussite de son projet d'innovation à l'international. Enfin, Sissoko (2015) étudie l'exportation des firmes françaises qui participent au programme Européen EUREKA, entre 1998 et 2008. Cet instrument d'aide à la R&D a pour objectif de favoriser le développement de coentreprises à l'international. Les résultats indiquent que les firmes ayant intégré ce dispositif exportent plus que les autres au terme de la période de subvention (4 ans). Les effets des subventions tendent également à être plus importants pour les firmes investissant en innovation de produit dans le cadre de la coentreprise. Toutefois, cette étude ne permet pas d'identifier les différents vecteurs par lesquels les aides à l'innovation peuvent impacter l'activité d'exportation de la firme sur le court terme.

En conclusion, cette première section a proposé une revue critique des travaux actuels d'évaluation des politiques publiques à l'innovation. De cette littérature se dégage un consensus relatif à l'existence d'un effet positif mais hétérogène des aides publiques à l'innovation sur les dépenses de R&D des firmes (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014 ; Dimos et Pugh, 2016). En particulier, le type de dispositif peut constituer une source d'hétérogénéité

importante (Becker, 2015 ; Romero-jordan *et al.* 2014). Certaines études montrent également que l'intervention publique en faveur de l'innovation a un effet significativement positif sur l'introduction de brevets et/ou d'innovations sur le marché (Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki *et al.* 2011). Plusieurs travaux (Aw *et al.,* 2008 ; Cerulli, 2010) mettent également en évidence l'importance de dépasser la considération de la seule activité d'innovation de la firme. L'existence d'un lien entre les aides publiques et la probabilité que la firme aidée puisse entreprendre ou renforcer une activité d'exportation reste à ce jour largement inexplorée. Cette thèse a pour objectif d'appréhender la firme de manière plus complète en s'intéressant à ses décisions stratégiques d'innovation et d'exportation sur le court terme. La seconde section de ce chapitre est consacrée à l'étude de la relation complexe entre ces deux activités. A notre connaissance, aucune étude ne permet de distinguer les différents vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent les décisions stratégiques d'exportation prises par les firmes.

2. Les liens entre les activités d'innovation et d'exportation des firmes, à court terme

Cette section vise à distinguer différents vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent les décisions stratégiques des firmes relatives à leurs activités d'innovation et d'exportation. A ce jour, cette relation n'est abordée que par le biais d'analyses théoriques, visant à appréhender les comportements stratégiques des gouvernements, à l'échelle macroéconomique (Neary et Leahy, 2004 ; Leahy et Neary, 2007 ; Haaland et Kind, 2008 ; Norbäck, 2009).

Dans un premier temps, le cadre théorique retenu est détaillé. Ce dernier, hérité des travaux de Melitz (2003), permet d'identifier deux liens distincts entre les activités d'innovation et d'exportation. Le premier est lié à l'introduction d'une innovation de produit sur le marché, tandis que le second est directement lié aux décisions simultanées prises par les firmes en R&D et en exportation. Par ailleurs, comme mentionné dans le chapitre 1, la présence de coûts fixes et irrécouvrables, qu'ils soient exogènes (Constantini et Melitz, 2007) ou qu'ils résultent d'une décision d'investissement en R&D (Aw *et al.* 2008, 2011), conduit à l'apparition de défaillances de marchés (Spence, 1984) sur lesquelles peuvent intervenir les décideurs publics.

Les principales analyses empiriques étudiant le lien entre innovation et exportation sont ensuite présentées. La plupart d'entre elles tendent à montrer un lien causal entre innovation technologique et exportation. Certaines contributions récentes concluent également qu'un lien entre les activités d'innovation et d'exportation existent de manière simultanée, indépendamment de la réussite du projet.

2.1. Le lien entre innovation technologique et exportation

2.1.1. Le lien entre innovation et décision d'exportation à la lumière du cycle de vie du produit

Vernon (1966) est l'un des premiers auteurs à s'intéresser précisément au lien causal entre innovation, exportation et choix de localisation de la firme au niveau microéconomique. A travers son concept de « cycle de vie du produit », il montre que les ventes d'un nouveau produit suivent un cycle de vie défini qui peut être divisé en plusieurs phases. Dans un premier temps, la firme identifiant une opportunité de satisfaire de nouveaux besoins innove (« phase de développement »). Elle introduit ensuite son produit sur le marché (« phase d'introduction »). Son objectif est d'obtenir un monopole temporaire associé à un chiffre d'affaires et des coûts de production élevés. La firme bénéficie ensuite d'une demande croissante pour son produit dans la mesure où elle est la seule à le proposer sur le marché (« phase de croissance »). Plus la demande augmente, plus le produit devient standardisé et difficile à différencier. Il est imité et le taux de pénétration est également de plus en plus élevé. Le marché finit par être saturé (« phase de maturité »). La firme doit alors baisser ses coûts de production si elle veut rester compétitive et tend à délocaliser ses activités vers des marchés à bas coûts. Enfin, la demande décline jusqu'à ce que le produit devienne obsolète (« phase de déclin »). Au cours de la phase de « maturité », la firme est incitée à exporter le produit vers des marchés pour lesquels le taux de pénétration est faible. Elle retarde ainsi le déclin de ses ventes sur le marché domestique et prolonge le cycle de vie du produit. Dans ce cadre, l'exportation perdure tant que le coût marginal de production additionné aux coûts de transport est inférieur aux coûts liés à la délocalisation de la production à l'étranger. Ensuite, la firme préfèrera produire directement à l'étranger. De ce fait, l'innovation, prise de manière exogène, est vue comme un déterminant de l'exportation dans le temps. Au sein de sa contribution de 1979, Vernon avance néanmoins peu d'arguments sur les déterminants de la décision d'exportation à un moment ou à un autre du cycle de vie du produit. L'auteur précise

que « *le marché intérieur constitue la motivation de l'innovation et le lieu de développement privilégié de ces innovations* » (Vernon, 1979, p. 256). La taille du marché intérieur peut alors être un facteur clé pour évaluer le délai entre l'innovation et son exportation sur les marchés internationaux.

Ce cadre conceptuel est à l'origine de nombreux développements couramment désignés de « *technology-based models*» (Verspagen et Wakelin, 1997 ; Wakelin, 1998a). Les firmes décident d'exporter parce qu'elles disposent d'un avantage comparatif qui provient de la « qualité technologique » des produits et des procédés qu'elles développent. En particulier, la nouveauté de l'innovation par rapport à ses concurrents constitue un déterminant important de l'exportation. Ces modèles considèrent également l'impact des innovations de procédés. En effet, la firme innovante en procédé bénéficie d'une diminution de ses coûts de production. Elle est alors plus compétitive sur les marchés internationaux. La performance à l'exportation de la firme dépend étroitement à la fois de ses investissements en R&D, de la mise en place de technologies nouvelles, et des innovations en produit mises sur le marché. La relation entre ces trois facteurs sera détaillée par la suite. La réussite du projet d'innovation, en produit ou en procédé, peut être considérée comme un déterminant de l'exportation. En revanche, à la lumière de ces travaux, le délai entre l'innovation et l'exportation n'est pas clairement explicité. Ainsi, la taille du marché impacterait négativement le délai entre innovation et exportation (Vernon, 1966) dans la mesure où les firmes sont incitées à vendre l'innovation sur le marché domestique avant d'exporter. A l'inverse, celles se trouvant sur un marché de niche peuvent être incitées à exporter l'innovation très peu de temps après son introduction pour rentabiliser l'investissement en R&D (Vernon, 1966 ; Pla-Barber et Alegre, 2007 ; Ganotakis et Love, 2009). Cet argument reprend celui de Posner (1961) qui indique que les firmes disposant d'un monopole temporaire peuvent être incitées à exporter rapidement afin de le maximiser. Un délai entre innovation et exportation peut permettre à des concurrents internationaux d'imiter l'innovation et de la vendre sur leur propre marché. Ces modèles fondateurs conduisent à reconnaître un lien causal allant de l'innovation vers l'exportation. Ils montrent par ailleurs l'importance des conditions de demande sur les marchés domestiques comme étrangers pour déterminer l'exportation du nouveau produit ou procédé. Cette approche ne permet toutefois pas d'appréhender l'existence d'un lien entre les décisions stratégiques d'innovation et d'exportation prises par les firmes. Ces dernières sont également considérées comme homogènes, le cycle de vie du produit s'appliquant à toutes les firmes de la même manière.

2.1.2. Le lien entre innovation et exportation en présence de firmes hétérogènes : productivité, coûts fixes et anticipation des bénéfices

Les premières analyses théoriques du lien entre innovation et exportation ne permettent pas d'identifier les facteurs qui déterminent la stratégie des firmes. S'intéresser à leurs décisions est néanmoins essentiel afin d'identifier précisément les relations entre ces deux activités à court terme. Au sein d'une étude de référence, Melitz (2003) modélise les différences intra-industries entre des firmes hétérogènes. Celles-ci doivent décider de vendre ou non leurs produits à l'international. Pour ce faire, le modèle considère les firmes en situation de concurrence monopolistique (Spence, 1976, 1984) tel que détaillé dans le chapitre 1. L'hétérogénéité entre les firmes est captée par une différence de productivité. Ce paramètre est construit sur la base des travaux de Griliches (1979). L'auteur définit la productivité comme un capital de connaissances spécifiques à la firme. La décision d'exporter est appréhendée à partir d'une analyse de type coûts-bénéfices. Deux types de coûts sont distingués :

- Un coût variable, lié à l'acheminement des marchandises exportées,
- Un coût fixe, irrécouvrable, dont la firme doit s'acquitter avant de pouvoir entrer sur le marché d'exportation. Ce dernier est exogène.

La firme connaît son niveau de productivité à la suite de son entrée sur le marché domestique et ce, avant de prendre toute décision concernant l'exportation. Une firme plus productive dispose d'un meilleur rapport entre coûts et bénéfices. Elle est donc plus fortement incitée à payer le coût fixe pour entrer sur le marché étranger. A partir de ce modèle, l'auteur met en évidence la présence de deux seuils de productivité planchers :

- Un seuil de fermeture en dessous duquel la firme ne peut se maintenir sur le marché domestique,
- Un second seuil en dessous duquel la firme n'aura pas d'intérêt à exporter.

Ainsi, seules les firmes les plus productives s'auto-sélectionnent dans l'activité d'exportation et voient leurs profits et leurs parts de marché augmenter. L'exposition au commerce international induit par ailleurs une sortie du marché des firmes les moins productives. Ce modèle pose les fondements d'une littérature très développée concernant l'intégration de la firme dans le commerce international.

Plusieurs travaux récents enrichissent ce cadre théorique en étudiant à la fois les décisions d'innovation et d'exportation, au sein d'un environnement technologique en rapide mutation. Constantini et Melitz (2007) intègrent la décision d'innovation de la firme au sein du modèle de Melitz (2003). Cette décision est définie de la manière suivante :

- La firme décide ou non, à la période *t*, de payer un coût fixe et irrécouvrable (*sunk cost*) lui permettant d'introduire une innovation technologique à la période suivante (*t+1*). Ce dernier est de nouveau exogène.
- A la période suivante (*t+1*), elle innove de manière certaine. Cette innovation a pour effet d'améliorer sa productivité[34] et peut être ainsi assimilée à une innovation de procédé).

Un arbitrage est réalisé entre le bénéfice attendu de la décision d'innovation et le coût fixe que doit payer la firme pour démarrer l'activité d'exportation.

Ce modèle montre toute l'importance d'étudier conjointement les décisions d'innovation et d'exportation. A partir d'une modélisation théorique, les auteurs formulent des propositions, testables empiriquement. Tout d'abord, Constantini et Melitz (2007) identifient un effet d'auto-sélection. Seules les firmes les plus productives s'auto-sélectionnent à la fois pour innover et exporter. A l'inverse, les firmes les moins productives ne décideront ni d'innover, ni d'exporter. Cela implique que les conditions initiales sont essentielles afin d'expliquer les décisions d'innovation et d'exportation.

Ensuite, la firme innovante réalise, en *t*+1, un chiffre d'affaires plus important sur le marché domestique ou étranger. Décider d'innover impacte positivement la productivité, qui impacte à son tour le bénéfice attendu de l'exportation. Les auteurs concluent que la mise sur le marché d'une innovation technologique impacte positivement les décisions futures de la firme en matière d'exportation.

Enfin, ces bénéfices futurs sont anticipés par la firme. L'idée est la suivante : l'innovation technologique affecte les profits obtenus de la firme à l'export en *t*+1 de manière certaine. La firme peut anticiper le montant supplémentaire généré. Elle intègre donc ces bénéfices futurs dans le calcul coûts-bénéfices qu'elle réalise à la période *t*. Dès lors, les firmes qui anticipent une innovation en *t*+1 sont plus incitées à entrer sur les marchés étrangers.

34 Il est intéressant de noter que cette évolution n'est pas systématique. En effet, la firme « pioche » sa productivité selon une loi de probabilité au début de chaque période. Investir en innovation permet à la firme de piocher sa productivité à la période t+1 au sein d'une loi de probabilité qui lui est plus favorable. La productivité de la firme peut ainsi diminuer entre les deux périodes, du fait de facteurs non liés à l'activité d'innovation.

Concrètement, cela implique que les décisions d'introduire une innovation technologique et d'exporter peuvent être simultanées ou intervenir sur le court terme. Les auteurs considèrent uniquement l'effet d'une innovation de procédé qui impacte la productivité future de la firme. Ces propositions peuvent être complétées au regard des conclusions de Vernon (1966) détaillées ci-dessus.

Autrement dit, les firmes les plus productives décident d'introduire des innovations technologiques de produit et/ou de procédé. Elles sont ensuite incitées à exporter afin d'augmenter leur chiffre d'affaires. Ces bénéfices supplémentaires peuvent provenir d'un monopole temporaire (innovation de produit) et/ou d'une augmentation de sa productivité (innovation de procédé). Cet effet peut intervenir à court terme dans la mesure où les firmes intègrent les bénéfices futurs dans leurs décisions actuelles. Les firmes prennent alors des décisions jointes en innovation et en exportation.

Encadré 1 : Résumé des effets théoriques de l'innovation sur l'exportation, selon Constantini et Melitz (2007)

Effet d'auto-sélection :

- Seules les firmes les plus productives décident d'innover et d'exporter

Effet de l'innovation sur l'exportation :

- La décision d'innover *(en t)* impacte positivement la productivité de la firme (*en t+1*)
- Innover permet à la firme de gagner un chiffre d'affaire plus important sur les marchés internationaux

Effet d'anticipation des retours futurs de l'innovation :

- Anticiper un effet positif futur de l'innovation sur les coûts de la firme en *t+1* l'incite à démarrer l'activité d'exportation dès la période t.
- La décision d'exportation est prise de manière simultanée à la décision d'innovation en prévision des bénéfices futurs.

Précisons que Constantini et Melitz (2007) ne considèrent pas explicitement la R&D. Dans leur modèle, le montant de l'investissement en innovation est compris dans le coût irrécouvrable que la firme doit payer au démarrage de l'activité.

Bustos *et al.* (2011) ainsi que Lileeva et Trefler (2007) traitent l'investissement en technologie en tant que coût fixe supplémentaire. Décider d'adopter une haute technologie permet d'augmenter la productivité de la firme et conduit donc la firme à exporter. De nouveau, les auteurs concluent que plus la firme est productive, plus le bénéfice marginal qu'elle obtiendra en investissant en technologie et en exportant sera important. Cela renforce l'idée d'un effet d'auto-sélection des firmes les plus productives par le biais de décisions interdépendantes.

Aw *et al.* (2008) étudient les décisions jointes d'investissement en R&D et d'exportation, à l'aide d'un modèle structurel. La firme domestique est amenée à prendre trois décisions simultanées à chaque période : 1) la décision discrète d'exporter, 2) une décision continue concernant le niveau de R&D et 3) une décision continue relative au niveau d'investissement en capital physique. Investir en R&D impacte directement la productivité future de la firme tandis que l'investissement en capital physique impacte directement sa profitabilité future. La firme dispose donc de deux stratégies de croissance concurrentes. L'investissement en R&D peut également être assimilé à un coût fixe, irrécouvrable. Contrairement au modèle de Constantini et Melitz (2007), celui-ci est endogène. Les auteurs montrent que les investissements en R&D des firmes ainsi que leurs choix relatifs à l'adoption de technologie permettent d'expliquer la différence de productivité entre les firmes innovantes et non innovantes. Par ailleurs, la décision d'exportation est soumise au paiement d'un coût fixe.

Ainsi investir en R&D augmente la productivité de la firme et, de ce fait, les profits anticipés de l'exportation. Les auteurs montrent que les firmes peuvent prendre des « *décisions jointes* », simultanées d'investissement en R&D et d'exportation.

Dans ce travail de thèse, le terme de « *décisions jointes* » hérité de Aw *et al.* (2008) sera défini comme des *décisions relatives à l'investissement en R&D et à l'exportation réalisées sur la base d'un arbitrage entre les coûts et les bénéfices anticipés des deux activités*. Ce raisonnement peut également se rapprocher du modèle développé par David *et al.* (2000). Les auteurs modélisent également la décision du montant d'investissement en R&D de la firme comme une comparaison entre les coûts et les bénéfices attendus.

Encadré 2 : Résumé du lien théorique entre R&D et exportation, selon Aw *et al.* (2008)

Effet d'auto-sélection :

- Seules les firmes les plus productives décident d'investir en R&D et d'exporter

Effet de la R&D sur l'exportation :

- La décision (continue) d'investir en R&D impacte positivement la productivité future de la firme, à la période *t+1*

Effet d'anticipation des retours futurs de la R&D :

- Anticiper un effet positif futur de la R&D sur les coûts de la firme en *t+1* l'incite à démarrer l'activité d'exportation dès la période *t*.
- Les décisions de R&D et d'exportation sont prises de manière simultanée en anticipation des bénéfices futurs

Jusqu'ici, seule l'activité d'innovation pouvait avoir un impact sur la productivité future de la firme. Aw *et al.* (2011) étendent les modèles précédents en intégrant la possibilité que l'exportation influence également la productivité future de la firme au sein de leur modèle[35]. Les auteurs montrent alors que l'auto-sélection des firmes les plus productives est renforcée par le fait que l'investissement en R&D et l'exportation augmentent la productivité future de la firme, de manière endogène. Aw *et al.* (*ibid.*) indiquent par ailleurs, sans tester

35 La possibilité d'un effet inverse, allant de l'exportation vers la R&D et l'innovation est assez ancienne (Grossman et Helpman, 1991). Les auteurs parlent tout d'abord de « *learning-by-exporting* ». Les auteurs définissent ce lien comme étant « un effet direct de l'exportation sur la productivité future de la firme ». L'activité de R&D de la firme bénéficierait ainsi des retours de l'activité d'exportation, via la productivité. L'existence d'un tel effet ne fait pas l'objet d'un consensus scientifique (Aw,et al. 2011 ; Monreal-Pérez et al. 2012, en particulier). La firme peut également investir en R&D en raison d'une plus forte compétition sur les marchés internationaux. Elle doit alors innover afin de rester compétitive et s'adapter aux exigences des différents marchés étrangers (Bustos, 2011). De plus, la présence sur les marchés étrangers peut constituer un préalable à certains investissements en R&D pour les firmes ne disposant pas d'un marché domestique suffisamment grand pour justifier l'investissement en R&D (Lileeva et Trefler, 2007). Etudier explicitement la relation causale allant de l'exportation vers l'innovation dépasse le cadre de cette recherche. Malgré tout, afin d'éviter les biais liés à la présence d'une telle relation causale, des variables relatives à l'activité d'export passée et à la productivité de l'entreprise sont introduites dans les modèles empiriques. Ce travail de recherche fait par ailleurs l'hypothèse que la France, de par sa taille, dispose d'un marché intérieur suffisant pour permettre l'existence d'un lien causal allant de l'activité d'innovation vers l'exportation.

empiriquement cette affirmation, que les aides à l'innovation, en affectant l'investissement en R&D, peuvent impacter simultanément l'activité d'exportation.

En résumé, cette sous-section a permis de détailler le cadre théorique adopté dans cette thèse. Considérer les firmes en situation de concurrence monopolistique, en présence de coûts fixes, constitue une approche pertinente pour appréhender la relation entre les activités d'innovation et d'exportation des firmes. De nombreuses recherches empiriques ont permis de tester la validité des propositions détaillées ci-dessus.

2.2. Analyses empiriques de la relation entre les activités d'innovation et d'exportation

2.2.1. Le lien causal entre innovation technologique et exportation

Le lien entre innovation et exportation fait l'objet d'un intérêt croissant au sein de la littérature empirique. Dans la lignée de Vernon (1966) , les résultats d'une vaste majorité de travaux montrent un impact positif de l'innovation de produit sur l'activité d'exportation de la firme[36]. En revanche, le constat est plus nuancé pour les innovations de procédé. Cassiman *et al.* (2010) observent que l'innovation de produit plutôt que l'innovation de procédé affecte la productivité future de la firme. A l'inverse, Caldera (2010) conclue que les innovations de procédé permettent d'améliorer l'innovation de produit, afin de pouvoir se différencier des firmes rivales. Ainsi, les deux types d'innovation constituent des déterminants de la probabilité d'exportation. Becker et Egger (2013) ainsi que Van Beveren et Vandenbussche (2010) obtiennent des résultats similaires. Ils montrent qu'une combinaison d'innovations de produit et de procédé, plutôt que l'introduction d'un seul type d'innovation est plus efficace pour entrer sur les marchés étrangers. Bekker et Egger (2013) observent également qu'introduire des innovations de produit et de procédé en même temps augmente la probabilité d'exporter de 10 points de pourcentage par rapport au fait d'introduire un seul type d'innovation. Récemment, Rodil *et al.* (2015) obtiennent des conclusions similaires en étendant leur analyse aux innovations non technologiques, en particulier marketing. Bellone et Guillou (2011) étudient la relation entre innovation, productivité et exportation à partir du

36 Voir Nassimbeni (2001) ; Bleaney et Wakelin (2002) ; Ganotakis et Love (2009) ; Caldera (2010) ; Halpern et Muraközy (2012) ; Becker et Egger (2013) ; Monreal-Pérez et al. (2012).

volet français de l'enquête CIS et de l'Enquête Annuelle d'Entreprises (*EAE*), entre 2002 et 2004. Les auteurs observent que l'introduction d'innovations de produit permet, en partie, d'expliquer les différences de productivité et de salaire entre les firmes exportatrices et non exportatrices. De nouveau, les innovations de procédé n'ont un impact sur cette « *prime à l'exportation* » que lorsqu'elles sont liées à un dépôt de brevet. Cassiman et Golovko (2011) expliquent enfin que les innovations de produit et de procédé permettent aux PME exportatrices d'être plus efficaces en termes de coût. Ils différencient la présence d'un effet direct et indirect *via* une variation de la productivité. Seuls Damijan, Kostevc et Polanec (2010) n'observent aucun impact significatif des innovations de produit comme de procédé sur la probabilité d'exporter. Au total, les principaux travaux détaillés ci-dessus tendent à montrer que l'innovation de procédé permet principalement de renforcer l'impact des innovations de produit à l'international.

D'autres études s'intéressent à la simultanéité entre l'innovation et l'exportation. Ces travaux n'ont pas pour objectif de montrer l'impact d'une innovation technologique sur l'activité d'exportation, mais de considérer l'innovation en tant qu'activité. L'idée principale est que la relation entre les deux activités peut être déterminée par la stratégie menée par les firmes. Constantini et Melitz (2007) arguent en ce sens en montrant que l'introduction d'une innovation technologique résulte d'une décision stratégique. Les auteurs concluent que les décisions d'innovation et d'exportation sont interdépendantes et peuvent être considérées de manière simultanée. Les firmes prennent ainsi des « décisions jointes » en innovation et en exportation. Roper et Love (2002) comparent l'impact de l'innovation sur l'exportation des firmes anglaises et allemandes. Ils concluent, dans les deux cas, qu'obtenir une innovation de produit induit l'entreprise à exporter. En revanche, si l'intensité d'innovation impacte positivement l'exportation des firmes anglaises, elle a un effet non significatif, voire négatif sur l'exportation de leurs homologues allemandes. Les auteurs avancent deux explications à ce résultat contre intuitif. Premièrement, en reprenant la théorie du cycle de vie du produit (Vernon 1966), les firmes allemandes, à la suite d'une innovation, seraient d'abord incitées à vendre leur produit sur le marché domestique avant que l'export ne devienne profitable. Deuxièmement, la firme peut être contrainte de réaliser un arbitrage (« *strategic trade off* ») entre les activités d'innovation et d'exportation. Les firmes, parce qu'elles disposent de ressources limitées, doivent faire le choix de dédier plus de ressources pour mener à bien l'une des deux activités, au détriment de l'autre. Ganotakis et Love (2009) concluent également, pour un échantillon de firmes anglaises de haute technologie, que les firmes qui

introduisent une innovation nouvelle de produit pour le marché ont une probabilité d'exporter la même année supérieure de 40 %, en comparaison des firmes non innovantes. En revanche, l'innovation n'impacte pas l'intensité d'exportation de la firme. Enfin, Golovko et Valentini (2011) testent l'idée selon laquelle l'innovation et l'exportation peuvent être considérées comme des stratégies complémentaires. Ils utilisent pour cela un test de complémentarité entre les deux activités. Ils concluent que l'innovation et l'exportation se renforcent mutuellement et impactent positivement la croissance de la firme. De plus, le fait d'innover affecte positivement la probabilité d'exporter et *vice versa*. Le lien simultané entre innovation et exportation peut être appréhendé au regard de l'auto-sélection des firmes dans les deux activités (Constantini et Melitz, 2007 ; Becker et Egger, 2013).

Afin d'étudier le lien simultané entre innovation et exportation, les travaux détaillés ci-dessus s'intéressent à la stratégie que mènent les firmes dans les deux activités. La stratégie des firmes en innovation peut également être appréhendée par les investissements réalisés. Le modèle de Constantini et Melitz (2007) n'intègre pas explicitement l'activité de R&D menée par la firme. Ganotakis et Love (2009) concluent cependant que la R&D constitue un déterminant essentiel de l'innovation de produit qui impacte à son tour la probabilité d'exporter de la firme. Aw *et al.* (2008 ; 2011) étudient la relation entre la décision d'investir en R&D ou en capital physique et la décision d'exporter. Une partie de la littérature s'intéressant à la relation entre innovation et exportation cherchent à montrer l'existence d'un lien direct entre investissement en R&D et exportation. Ces travaux permettent d'étudier les décisions stratégiques prises par les firmes de manière plus directe.

2.2.2. Le lien entre R&D et exportation au regard de la stratégie des firmes

Plusieurs études montrent l'existence d'un lien simultané entre innovation et exportation et étudient ainsi les décisions stratégiques des firmes. D'autres travaux s'intéressent à l'existence d'un impact direct de la R&D sur l'exportation[37] qu'il convient de mettre en perspective.

37 Plusieurs articles étudient à la fois l'effet de la R&D et de l'output d'innovation. Dans la mesure où cette thèse argue que ces deux mesures font référence à des effets théoriques différents, les résultats relatifs à la R&D et l'output d'innovation sont considérés de manière indépendante.

Ces derniers concluent tout d'abord que la R&D impacte l'exportation lorsque les deux activités sont observées de manière longitudinale[38]. Aw, Roberts et Winston (2007) arguent que le lien entre R&D et exportation n'existe que de manière inter-temporelle. Ils montrent que faire de la R&D impacte positivement la productivité future qui augmente à son tour la probabilité d'exporter. Ito et Lechevalier (2010) considèrent l'investissement en R&D et l'exportation comme deux stratégies complémentaires, augmentant le stock de connaissances de la firme. Ils concluent à l'existence d'une forte relation entre l'investissement en R&D et l'exportation l'année suivante. Ces deux stratégies sont par ailleurs persistantes. Les auteurs observent ainsi une complémentarité inter-temporelle entre ces décisions stratégiques. D'autres travaux, en revanche, concluent à une absence de relation directe entre les deux activités (Van Beveren et Vandenbussche, 2010 ; Love et Roper, 2015). Les contributions mentionnées jusqu'ici ne s'intéressent pas directement à l'existence de « décisions jointes ». Tout d'abord, Aw *et al.* (2008) testent empiriquement les modélisations théoriques détaillées ci-dessus. Sur un échantillon de firmes taïwanaises, appartenant au secteur de l'électronique, les auteurs confirment l'interdépendance entre l'investissement en R&D et l'exportation des firmes. Par ailleurs, ils observent que l'investissement en R&D contribue effectivement à augmenter la profitabilité future de la firme. Au sein de leur contribution de 2011, Aw *et al.* nuancent néanmoins ce résultat. Ils concluent que l'investissement en R&D n'a que peu d'impact sur la profitabilité de l'exportation. Ainsi, l'interdépendance entre les deux décisions serait relativement faible. Ces résultats contrastés conduisent d'autres auteurs à tester directement les effets théoriques identifiés par ces auteurs. Esteve-Pérez et Rodríguez (2013) observent l'existence de décisions jointes sur un échantillon de PME espagnoles. Les résultats montrent une complémentarité entre la R&D et l'exportation. En présence de coûts fixes, la participation en R&D favorise l'exportation l'année suivante. Bien que les deux décisions ne soient pas étudiées de manière simultanée, elles sont considérées sur le court terme. Les auteurs justifient ainsi ces résultats par la présence d'un effet d'auto-sélection ainsi que l'importance des retours anticipés. Wang (2014) étudie la complémentarité entre les décisions simultanées de R&D et d'exportation pour les firmes chinoises. Ce dernier observe que faire de la R&D augmente la propension de la firme à exporter la même année et *vice versa*. La présence d'une simultanéité entre les décisions est de nouveau expliquée par l'existence de décisions jointes. De plus, investir en R&D et exporter de manière simultanée

38 Voir les travaux de Barrios, Görg et Strobl (2003) ; Cerrato (2009) ; Filatotchev et Piesse (2009) ; Caldera (2010) ; Braymen, Briggs et Boulware (2011) ; Rodil *et al.* (2015).

augmente la productivité du travail de la firme de 0.283 points. Rodil *et al.* (2015) montrent aussi l'importance de considérer à la fois les « *inputs* » et « *outputs* » d'innovation. Ils concluent que la R&D comme l'innovation technologique impactent positivement l'activité d'exportation de la firme. L'output d'innovation semble néanmoins avoir un impact plus important que l'investissement en R&D.

Ensuite, d'autres arguments permettent de justifier un lien simultané entre l'investissement en R&D et l'exportation. Harris et Li (2009) montrent que faire de la R&D permet de diminuer les barrières à l'exportation perçues par les firmes favorisant ainsi le démarrage de cette activité. Les auteurs utilisent pour cela le volet anglais de l'enquête CIS. Ils estiment un système d'équations simultanées afin de prendre en compte la présence d'un biais d'endogénéité[39]. Néanmoins, ces derniers n'observent pas d'impact de la R&D sur l'intensité d'exportation des firmes déjà présentes sur les marchés internationaux. Le second rapport INNO-Grips (Holtz *et al.,* 2010) approfondit cette idée. Les auteurs montrent pour 21 pays européens que les firmes innovantes sont également plus exportatrices. Ils concluent également que les barrières à l'innovation et à l'internationalisation sont interdépendantes et doivent être considérées simultanément. A l'inverse, Harris et Li (2011) n'observent qu'une faible relation entre investissement en R&D et exportation quand l'endogénéité est prise en compte. Enfin, Manez *et al.* (2014) montrent que la contrainte financière peut impacter les décisions jointes. Les auteurs observent que les contraintes financières, internes et externes à la firme, impactent négativement le lien entre R&D et exportation. Ces dernières affectent cependant plus fortement les petites firmes que les grandes. Ces résultats peuvent être rapprochés des conclusions de Roper et Love (2002). Les firmes, en présence de contraintes financières, peuvent être amenées à effectuer un arbitrage entre les activités d'innovation et d'exportation.

Etudier l'existence d'un lien entre R&D et exportation permet de considérer les décisions stratégiques prises par les firmes dans les deux activités. Lorsqu'elle est observée de manière inter-temporelle, la relation entre R&D et exportation ne fait pas encore l'objet d'un

39 Le recours à cette méthode statistique est justifié par deux arguments principaux. En effet, comme le montre la littérature théorique, les facteurs influençant les décisions d'entreprendre les deux activités sont majoritairement identiques. Cette précaution est encore plus importante lorsque les effets étudiés sont simultanés.

consensus scientifique. Parallèlement, plusieurs travaux montrent l'existence d'un lien simultané entre les deux activités. Différentes explications sont avancées par les chercheurs :

- Tout d'abord, suivant les propositions de Aw *et al.* (2008), les firmes prennent des décisions jointes lorsqu'elles investissent en R&D et exportent. D'une part, les firmes les plus productives s'auto-sélectionnent dans les deux activités. D'autre part, l'anticipation future des bénéfices de la R&D sur la productivité peut inciter la firme à exporter.
- Ensuite, l'investissement en R&D et l'exportation peuvent nécessiter pour la firme de dépasser des barrières communes et de mobiliser des ressources semblables pour chacune des deux activités.
- Enfin, la firme peut être contraintes financièrement. En effet, si la firme ne dispose pas de ressources financières suffisantes pour mener les deux activités, elle peut être contrainte de réaliser un arbitrage entre l'investissement en R&D et l'exportation.

En résumé, les résultats empiriques détaillés dans cette sous partie mettent en évidence l'existence d'une relation directe entre innovation de produit et exportation d'une part, et entre investissement en R&D et exportation d'autre part. Or, la section précédente a justement montré que les aides à l'innovation avaient pour effet d'impacter à la fois les *inputs* et les *outputs* de l'activité d'innovation. Il est alors possible d'envisager l'existence d'un lien entre les aides publiques à l'innovation et l'exportation des firmes. Néanmoins, à ce jour, l'influence potentielle de ces aides sur l'exportation n'est que peu prise en compte dans la littérature, théorique comme empirique.

2.3. La prise en compte des aides à l'innovation dans la littérature sur le lien entre innovation et exportation

Très peu d'études considèrent l'existence d'un effet des aides à l'innovation sur la relation entre l'activité d'exportation. Certaines analyses théoriques intègrent à la fois les aides à l'innovation et le commerce international à l'échelle macroéconomique (Neary et Leahy, 2004 ; Leahy et Neary, 2007 ; Haaland et Kind, 2008 ; Norbäck, 2009). L'objectif de ces modèles en duopole est de montrer que l'intervention publique peut provoquer une compétition entre les états. Chaque pays a en effet pour but de maximiser son avantage

comparatif, en « volant le marché [40]» de l'autre. Chaque gouvernement prend alors des décisions stratégiques en fonction du comportement anticipé de l'autre joueur. Ces modèles mettent en perspective les stratégies gouvernementales en faveur de l'innovation. En revanche, ils ne précisent pas l'impact des aides publiques sur les décisions d'exportation au niveau de la firme. La présence d'un effet positif des aides à l'innovation sur l'exportation constitue alors un postulat de ces travaux. Il est identifié comme une des composantes de « l'avantage comparatif », qui justifie la participation des pays à ce jeu stratégique. En utilisant le même cadre théorique, Norbäck (2009) étudie l'impact des aides à l'innovation sur les décisions des firmes multinationales en matière de localisation. L'auteur teste l'hypothèse selon laquelle les firmes ayant bénéficié d'aides publiques pourraient ne pas intensifier leur activité de R&D dans le pays qui attribue la subvention. Une firme multinationale peut en effet transférer le développement et la production des nouvelles technologies à l'étranger. Empiriquement, aucun effet de délocalisation n'est observé. En revanche, les auteurs observent qu'à la marge, les aides à l'innovation induisent les firmes à exporter leur production domestique. Si cette étude confirme l'existence d'un lien entre aides à l'innovation et exportation, celui-ci nécessite d'être précisé. En effet, l'auteur n'étudie l'obtention d'aides qu'au niveau de l'industrie[41], et non de la firme. Il n'est donc pas possible de différencier précisément les vecteurs par lesquels les aides impactent la stratégie d'exportation des firmes.

Les aides à l'innovation sont également peu prises en compte au sein des études empiriques sur le lien entre innovation et exportation. Parmi les rares exceptions, Lefebvre, Lefebvre et Bourgault (1998) utilisent un échantillon de firmes ayant bénéficié d'aides fiscales à l'innovation. Les auteurs considèrent cela comme un biais de sélection (sélection des PME les plus performantes en R&D) mais n'exploitent pas explicitement cette spécificité. D'autres auteurs se basent sur le postulat que les aides à l'innovation n'expliquent pas le comportement des firmes à l'exportation. Plusieurs articles étudiant le lien entre innovation et exportation utilisent l'attribution d'aides à l'innovation au niveau sectoriel (Altomonte *et al.,* 2013) ou macroéconomique (Monreal-Pérez *et al.,* 2012) en tant que variable instrumentale. Ainsi, les aides à l'innovation sont identifiées comme ayant un impact sur la probabilité d'innover et

40 « *Business-stealing motive* » (Haaland et Kind, 2008)

41 « Part des dépenses de R&D totales financées par le gouvernement suédois, au niveau de l'industrie (niveau à deux chiffres de la nomenclature) » (Norbäck, 2011)

non sur la probabilité d'exporter. Halilem, Amara et Landry (2014) incluent une variable mesurant le « *nombre de soutiens financiers et techniques provenant d'une organisation publique* ». Bien que non spécifique à l'innovation, les auteurs montrent que l'intervention publique affecte positivement l'innovation de produit et de procédé mais également les exportations lointaines (hors du continent américain). En revanche, ces rares travaux qui introduisent le lien innovation-exportation concluent qu'il est nécessaire pour les décideurs publics de prendre en compte explicitement cette relation dans l'élaboration de politiques de soutien à l'innovation.

En conclusion, la littérature, théorique comme empirique, ne permet pas d'évaluer l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation de la firme. Cette revue de littérature a montré qu'il existe de nombreux articles observant l'existence d'un effet positif de ces aides sur l'innovation (R&D et innovation technologique) d'une part, et d'un lien entre les activités d'innovation et d'exportation de la firme, d'autre part. A la lumière des deux littératures présentées, la dernière section de ce chapitre établit une synthèse des effets potentiels des aides à l'innovation sur l'exportation de la firme à court terme.

3. Cadre d'analyse : Identification des vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'exportation des firmes

La combinaison des littératures sur l'évaluation des politiques publiques et « *firm heterogeneity and international trade* » est fructueuse puisqu'elle permet d'identifier des liens différenciés et testables empiriquement. Conformément aux travaux de Spence (1984), Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008 ; 2011), cette thèse considère les firmes en situation de concurrence monopolistique. Ce cadre théorique se démarque du modèle de concurrence pure et parfaite. La diffusion de la connaissance n'est pas immédiate et la firme innovante peut bénéficier d'un monopole temporaire. Les firmes sont hétérogènes au regard de leur productivité et développent des produits différenciés. Elles décident d'innover et d'exporter dans le but de maximiser leurs profits anticipés. Démarrer chaque activité nécessite de payer un coût irrécouvrable. Les rendements sont ainsi croissants. Les firmes décident d'innover et d'exporter en comparant le montant des coûts fixes aux bénéfices anticipés. Elles s'auto-sélectionnent dans les deux activités sur la base de leur productivité initiale. Cependant, la littérature antérieure ne considère pas l'impact des aides publiques à l'innovation au sein de ce cadre théorique. Ces différents modèles intègrent le paiement d'un coût irrécouvrable.

Au sein du modèle de Constantini et Melitz (2007), il est fixe et correspond au coût nécessaire pour innover. Pour Aw *et al.* (2008), il consiste en une décision continue, relative au montant investi en R&D. Ces coûts sont alors des sources de défaillances de marché (Spence, 1984). Les aides à l'innovation permettent en effet de réduire le coût marginal de la R&D limitant ainsi le sous-investissement des firmes. Elles peuvent également augmenter les bénéfices marginaux anticipés de la R&D (David *et al.*, 2000).

Ce cadre théorique est adapté à l'identification des vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. La situation de concurrence monopolistique permet de comprendre les décisions stratégiques des firmes en présence de défaillances de marché. L'analyse coûts-bénéfices réalisée par les firmes conduit alors à l'obtention de résultats généralisables testables empiriquement.

Cette synthèse propose d'étendre les propositions issues des modèles développés par Constantini et Melitz, (2007) et Aw *et al.* (2008) afin d'identifier les différents vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'exportation des firmes.

Le premier vecteur passe par l'existence **d'un lien causal entre l'innovation de produit et l'exportation des firmes** :

Les travaux d'évaluation montrent principalement que l'intervention publique favorise l'effort de R&D privé de la firme. Au regard du modèle développé par Constantini et Melitz (2007), cela peut se traduire par :

- Une diminution du coût fixe et irrécouvrable dont les firmes doivent s'acquitter pour innover,
- Une augmentation des bénéfices anticipés de l'activité d'innovation.

La décision d'innovation de la firme se base alors sur :

- Sa productivité initiale,
- Le montant du coût fixe diminué du montant de l'intervention publique,
- Ses profits anticipés qui ne peuvent être connus avec certitude.

Dans ce cadre, des firmes ayant un niveau de productivité inférieur à celui requis pour s'auto-sélectionner en l'absence d'intervention publique peuvent décider d'innover si l'aide à l'innovation permet de diminuer le coût fixe ou d'augmenter les bénéfices anticipés de l'innovation de manière suffisante pour qu'elle devienne rentable (coûts inférieurs aux

bénéfices anticipés)[42]. Plusieurs travaux d'évaluation des aides à l'innovation montrent en effet que les instruments publics (directs et fiscaux) ont un impact positif sur l'innovation technologique (Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki, *et al.,* 2011).

Dans un second temps, innover permet à la firme d'augmenter les bénéfices anticipés de l'exportation à la période suivante. Ainsi, les aides à l'innovation peuvent influer sur le lien entre innovation technologique et exportation à court terme. Cette relation causale est inter-temporelle : bénéficier d'un soutien public à l'innovation favorise tout d'abord la réussite du projet d'innovation, puis l'innovation technologique impacte la profitabilité de l'activité d'exportation.

La modélisation développée par Constantini et Melitz (2007) se concentre sur les innovations qui induisent une augmentation de la productivité future de la firme. Ces dernières peuvent ainsi être assimilées à des innovations de procédé. Dans ce premier cas, la firme plus productive peut anticiper des bénéfices plus importants à l'international. Elle sera donc plus incitée à exporter. Cet effet est néanmoins peu corroboré par la littérature empirique. D'une part, plusieurs auteurs montrent que les aides à l'innovation n'impactent pas la productivité des firmes (Piekkola, 2007 ; Wolff et Reinthaler, 2008). D'autre part, d'autres études mettent en évidence que les innovations de procédé n'induisent pas d'effet positif sur la productivité des firmes à court terme (Becker et Egger, 2013). Leurs effets sur l'exportation ne peuvent être observés qu'à moyen ou long terme. L'innovation en procédé permet principalement de renforcer l'exportation des innovations de produit en favorisant l'adaptation du nouveau produit sur les marchés étrangers (Van Beveren et Vandenbussche, 2010 ; Bellone et Guillou, 2011 ; Becker et Egger, 2013). De ce fait, l'analyse empirique menée dans le chapitre suivant se concentre sur l'étude de l'innovation de produit à court terme. Si ce type d'innovation n'est pas directement étudié par Constantini et Melitz (2007), il peut être considéré au regard des conclusions de Vernon (1966). La firme innovante peut décider de vendre le nouveau produit sur les marchés internationaux afin de maximiser le profit qu'elle peut obtenir en exploitant le monopole temporaire dont elle dispose. Cette relation causale

42 Il est intéressant de noter ici que cette synthèse ne tire aucune conclusion relative à la désirabilité des aides à l'innovation dans le temps. En effet, il n'appartient pas à cette recherche de dire s'il est souhaitable ou non que des firmes ayant une productivité trop faible pour s'auto-sélectionner en innovation puissent le faire suite à l'obtention de financements publics. Il peut en effet exister un risque que ces firmes soient par la suite dépendantes de l'intervention publique, si leur productivité reste trop faible pour leur permettre de maintenir leur activité d'innovation par elles même (Oh *et al,* 2009). Ce questionnement, qui doit être traité de manière longitudinale, pourrait constituer une extension de ce travail de thèse.

peut intervenir sur le court terme dans la mesure où les firmes anticipent les profits futurs de l'innovation dans leurs décisions d'exportation. Le délai entre une innovation et son exportation est particulièrement court pour les firmes disposant d'un marché domestique limité. Ces firmes doivent exporter rapidement pour rentabiliser leur investissement en R&D. (Pla-Barber et Alegre, 2007 ; Ganotakis et Love, 2009). Dans ce cadre, le fait de bénéficier d'une aide à l'innovation incite la firme à s'auto-sélectionner en innovation de produit, puis vendre le produit nouveau sur les marchés internationaux à court terme. L'identification de ce lien conduit à formuler une première proposition :

Proposition 1 : Les aides publiques à l'innovation impactent la probabilité que les firmes exportent à court terme, *via* leur impact sur la relation causale entre innovation de produit et exportation

Jusqu'ici, la prise en compte conjointe des deux littératures de référence a permis d'identifier un premier vecteur par lequel les aides à l'innovation peuvent impacter l'exportation des firmes. Le modèle de Constantini et Melitz (2007) ne considère pas spécifiquement l'investissement en R&D. En revanche, Aw *et al.* (2008) montrent que la R&D a, indépendamment de la réussite du projet d'innovation, un impact positif sur la productivité future de la firme. Une firme plus productive bénéficie par ailleurs de retours plus élevés sur les marchés internationaux. Enfin, les firmes prennent des décisions relatives à l'investissement en R&D et à l'exportation sur la base de leurs retours anticipés. En conséquence, bénéficier d'une aide à l'innovation peut inciter la firme à investir en R&D et exporter de manière simultanée. Il est alors possible de parler de « décisions jointes » relatives aux activités de R&D et d'exportation. Si cet argument peut être directement déduit des modèles théoriques de référence, d'autres éléments peuvent également influencer la prise de décisions jointes par la firme.

Tout d'abord, les décisions stratégiques des firmes en innovation et exportation peuvent être influencées par des considérations d'ordre budgétaire. Manez *et al.* (2014) montrent que la contrainte financière impacte négativement la prise de décisions jointes par la firme. En effet, les firmes peuvent disposer de ressources financières insuffisantes pour payer les coûts fixes leur permettant de mener les deux activités simultanément (Roper et Love, 2002). Bénéficier d'une aide à l'innovation permet alors de réduire la contrainte budgétaire de la firme en diminuant le coût de la R&D (David *et al.,* 2000). Cependant, la firme ayant bénéficié d'une aide à l'innovation peut également être incitée à concentrer ses ressources sur l'activité

subventionnée. Obtenir une aide à l'innovation induit alors cette dernière à investir uniquement en innovation et à décaler la décision d'exportation dans le temps. Cet effet peut, par ailleurs, être renforcé dans le cas d'une subvention directe. En effet, ce type de dispositif public est souvent associé à des obligations de moyens ou de résultats. Dans ce cas, l'aide à l'innovation peut même induire un surinvestissement en R&D (Garza *et al.*, 2015). L'intervention publique peut ainsi amener les firmes à redéfinir des priorités relatives à leur stratégie de croissance à court terme.

Ensuite, le cadre théorique retenu repose sur l'hypothèse selon laquelle les coûts fixes que la firme doit payer pour démarrer une activité d'innovation et d'exportation sont indépendants. Relâcher cette hypothèse permet d'envisager une dernière explication. Les aides à l'innovation, en réduisant le coût fixe dont la firme doit s'acquitter pour démarrer une activité de R&D, permettent également de diminuer le montant du coût fixe à l'exportation. Cette idée trouve un écho important au sein de la littérature empirique sur le sujet. En particulier, plusieurs études montrent que les firmes rencontrent des barrières communes dans le cadre de leurs activités d'innovation et d'exportation (Harris et Li, 2009 ; Holtz *et al.* 2010). Ainsi, faire de la R&D permet de diminuer les barrières à l'exportation. En conséquence la réduction des barrières à l'innovation induite par l'intervention publique peut également contribuer à réduire celles que rencontre la firme dans le cadre de son activité d'exportation. D'autres études montrent par ailleurs que les aides à l'innovation permettent effectivement de réduire les barrières à l'innovation (Gonzalez *et al.,* 2005).

Il est donc possible d'envisager l'existence d'un lien, direct et simultané, des aides à l'innovation sur les décisions stratégiques d'exportation prises par les firmes. Une seconde proposition peut ainsi être formulée :

Proposition 2 : Les aides à l'innovation impactent directement et de manière simultanée les décisions stratégiques d'exportation des firmes, indépendamment de la réussite du projet d'innovation technologique

Ainsi, les décisions jointes prises par les firmes dans le cadre de leurs investissements en R&D et de leur activité d'exportation peuvent être influencées par l'intervention publique en faveur de l'innovation. Dans la mesure où ce lien est simultané, il serait possible d'observer directement un effet des aides à l'innovation sur le comportement d'exportation des firmes.

Cependant, observer un impact positif des aides à l'innovation ne permet pas de garantir l'efficacité de la politique d'innovation étudiée. Il est alors nécessaire de s'intéresser au rôle central joué par la R&D.

Comme montré dans le chapitre 1, le critère principal d'efficacité d'un dispositif public en faveur de l'innovation est sa capacité à favoriser l'activité de R&D des firmes. Au sein du modèle de Constantini et Melitz (2007), bénéficier d'une aide à l'innovation ne peut avoir qu'une efficacité limitée. En effet, celle-ci incitera la firme à s'auto-sélectionner en innovation que dans une seule situation : lorsque la firme dispose d'une productivité initiale trop faible pour payer le coût fixe préalable à l'innovation en l'absence d'intervention publique mais que l'impact de l'aide soit suffisant pour que les bénéfices anticipés de l'innovation soient supérieurs aux coûts. Les firmes les plus productives décideront de s'auto-sélectionner en innovation, qu'elles bénéficient ou non d'une aide publique. Au sein du modèle d'Aw *et al.* (2008), les aides à l'innovation peuvent influencer la décision continue d'investissement en R&D comme l'ont montré David *et al.* (2000).

Pour appréhender correctement l'efficacité des aides à l'innovation, il convient donc d'étudier l'impact des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D. Les aides à l'innovation seront considérées comme efficaces si elles induisent une augmentation de l'effort de R&D de la firme subventionnée (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014 ; Dimos et Pugh, 2016).

A l'inverse, la firme peut utiliser le financement obtenu (totalement ou en partie) pour réaliser des projets qui auraient été entrepris en l'absence d'intervention publique, sans lien avec l'activité de R&D. Elle peut ainsi décider d'utiliser ce montant afin de démarrer (renforcer) son activité d'exportation (effet d'aubaine). La firme effectue alors un arbitrage entre R&D et exportation (Roper et Love, 2002). Elle module ses priorités budgétaires, en faveur de l'exportation. Les aides fiscales plus flexibles que les instruments directs ont une plus forte probabilité d'induire un tel effet (Hall et Van Reenen, 2000 ; Becker, 2015).

Enfin, un effet de sélection peut être observé. D'une part, les décideurs publics peuvent sélectionner uniquement les projets d'innovation technologique ayant une très forte probabilité d'aboutir à court terme afin de pouvoir présenter un bilan positif de la mesure auprès de leurs électeurs (David *et al.,* 2000). Parallèlement, les firmes peuvent également être incitées à ne soumettre que des projets d'innovation très proches du marché (Aschhoff, 2009) afin d'optimiser leurs chances de bénéficier du dispositif public. Dans ce dernier cas, les dispositifs publics en faveur de l'innovation pourraient avoir un effet positif sur l'innovation de produit et l'exportation, mais ne seraient pas efficaces. Une troisième proposition peut alors être formulée :

Proposition 3 : Les aides à l'innovation impactent positivement l'intensité de R&D investie par les firmes, leur impact sur l'exportation correspondant ainsi à une extension de l'efficacité de l'intervention publique

Les chapitres 3 et 4 ont donc pour objectif d'étudier, de manière empirique, l'existence des vecteurs décrits ci-dessus. Le chapitre 3 distingue, à l'aide de méthodes économétriques complémentaires, les vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. Il examine ainsi les propositions 1 et 2. Le chapitre 4 s'intéresse plus précisément au rôle central de la R&D dans la relation entre aides à l'innovation et exportation. Il se concentre alors sur la proposition 3.

Chapitre 3

Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D

Introduction générale	
Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation en France : perspectives historique et internationale	
Chapitre 2 : L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes	
Chapitre 3 : Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D	
L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation en présence d'endogénéité entre innovation de produit et exportation - *Méthodologie bi-variée récursive* - *Enquêtes CIS 4 et CIS5 (deux vagues), EAE*	L'impact simultané des aides à l'innovation sur l'exportation en présence de sélection non aléatoire des firmes aidées - *Méthodologie par appariement* - *Enquêtes CIS5, EAE*
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes	
Conclusion générale	

Chapitre 3. Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D

Le chapitre précédent a permis d'identifier, théoriquement, l'existence de vecteurs différenciés par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. D'une part, elles impactent positivement la probabilité que la firme exporte en améliorant la probabilité que celle-ci innove en produit (proposition 1). D'autre part, elles ont un effet direct et simultané sur l'exportation des firmes, indépendamment de la réussite du projet d'innovation (proposition 2). Ce chapitre vise à montrer empiriquement l'existence de ces deux vecteurs. Le principal enjeu méthodologique consiste à traiter les biais d'endogénéité et de sélection, tels qu'identifiés par David *et al.* (2000), Contantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008, 2011). Deux méthodes complémentaires sont ainsi mobilisées.

Tout d'abord, le lien entre l'innovation de produit et l'exportation est endogène (Constantini et Melitz, 2007 ; Aw, *et al.,* 2008). Pour corriger cela, les probabilités d'innover en produit et d'exporter sont estimées conjointement, à l'aide d'un modèle bi-varié récursif. La récursivité signifie que le lien causal allant de l'innovation de produit vers l'exportation est intégré dans le modèle. Cette modélisation permet de tester empiriquement les extensions proposées par cette thèse aux modèles de Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008). D'une part, les aides à l'innovation sont considérées comme un facteur explicatif de l'innovation de produit, afin d'étudier leur impact sur la relation causale entre les deux phénomènes (proposition 1). D'autre part, elles sont intégrées en tant que déterminant de l'exportation, permettant d'observer l'existence d'un effet direct (proposition 2).

Cette étude s'appuie sur un large échantillon de firmes industrielles françaises, provenant de deux vagues de l'enquête CIS (2002-2004 et 2004-2006). L'intervention publique est d'abord mesurée de manière indifférenciée. Une extension de cette analyse vise ensuite à différencier les aides à l'innovation selon leur type.

Ce première analyse empirique présente néanmoins deux limites importantes. Il est tout d'abord nécessaire de faire l'hypothèse d'une attribution aléatoire des dispositifs publics en faveur de l'innovation. De plus, l'impact des aides à l'innovation n'est étudié que sur la probabilité d'exportation.

En effet, la littérature relative à l'évaluation des politiques publiques montre que la sélection des firmes bénéficiant d'aides à l'innovation dépend de plusieurs facteurs identifiables.
Dans la lignée de David *et al.* (2000), la méthode par appariement (*matching*) est alors mobilisée. Elle permet d'étudier l'efficacité de l'intervention publique tout en intégrant la sélection des firmes subventionnées. Cette approche compare l'activité d'exportation des firmes aidées avec ce qu'elles auraient fait en l'absence d'intervention publique (*situation contrefactuelle*). Pour cela, chaque firme aidée est comparée avec un ensemble de firmes non subventionnées, présentant des caractéristiques similaires. Cette analyse est menée sur la vague 2004-2006 de l'enquête CIS. De nouveau, les aides à l'innovation sont distinguées en fonction de leur type. Cette méthode permet de déterminer l'impact des aides à l'innovation sur la probabilité que les firmes exportent, ainsi que sur la part du chiffre d'affaires exporté. En revanche, elle ne permet pas de différencier les vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes (proposition 1 ou proposition 2).
Une extension du modèle vise à isoler l'impact direct des aides à l'innovation sur la stratégie d'exportation des firmes (proposition 2). Pour cela, l'échantillon considéré est restreint aux seules firmes innovantes en produit.

1. Données et variables utilisées dans l'analyse empirique

1.1. L'intérêt des enquêtes CIS et EAE pour l'évaluation des politiques publiques

Les données utilisées pour cette analyse empirique proviennent de l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS). Elle constitue une source d'informations de référence sur les activités des firmes en matière d'innovation à l'échelle de la firme. Mairesse et Mohnen, (2010) synthétisent les points forts et les limites de cette enquête.

Concernant les points forts, les mesures se basent sur le manuel d'Oslo (OCDE et Eurostat, 1997, 2005), lui-même issu du manuel du Frascati (OCDE, 2003). Elles sont largement validées par la communauté scientifique et servent d'ailleurs de référence pour une majorité d'études empiriques. Cette base contient de nombreuses informations concernant les dépenses en R&D des firmes de 10 salariés et plus, leur activité d'innovation, ainsi que l'accès aux aides publiques. Elle inclue également une grande variété d'informations relatives aux

caractéristiques des firmes, telles que leur effectif, leur chiffre d'affaires et leur secteur d'activité. Utiliser l'enquête CIS permet d'obtenir des résultats comparables aux études de référence détaillées dans le chapitre 2. Par ailleurs, les informations sont collectées sur la base d'échantillons stratifiés afin de garantir la représentativité des firmes interrogées au regard du tissu industriel français.

Cette enquête présente toutefois deux inconvénients (Mairesse et Mohnen, 2010). Les données sont transversales et les firmes répondant à l'enquête ne sont pas identiques pour chacune des vagues. Les chercheurs travaillant à partir de ces données sont ainsi invités à une certaine prudence, en particulier s'ils souhaitent appareiller plusieurs vagues[43]. Une autre limite concerne la subjectivité des informations recueillies. La mesure des variables est par nature basée sur l'appréciation personnelle ainsi que les connaissances du répondant. Cette spécificité est commune à l'ensemble des enquêtes réalisées à partir de questionnaires.

En dépit de ces limites, les enquêtes basées sur le manuel d'Oslo constituent « *les enquêtes statistiques les plus utilisées par les économistes dans les nombreux pays où elles sont régulièrement réalisées* » (Mairesse et Mohnen, 2010, p. 28). Afin d'obtenir l'ensemble des variables nécessaires à cette étude, une seconde base de données a été mobilisée. Il s'agit de l'Enquête Annuelle d'Entreprises (EAE), conduite chaque année entre 1990 et 2007. Elle contient des informations comptables et financières sur les firmes. Le champ de l'enquête est limité aux firmes de plus de 20 salariés. Les bases de données EAE, entre 2001 et 2007, ont été appareillées avec deux vagues de l'enquête CIS (**CIS4**, entre 2002 et 2004 et **CIS5**, entre 2004 et 2006). La clé d'appariement utilisée est le numéro SIREN de la firme. L'utilisation de plusieurs bases de données conduit inévitablement à une perte d'observations. De plus, compte tenu des spécificités de l'innovation et de l'exportation dans les services (Djellal et Gallouj, 2000), cette analyse se focalise sur les firmes industrielles. L'échantillon final comprend 8136 firmes (4422 pour la période 2002-2004 et 3714 pour la période 2004-2006) industrielles de 20 salariés ou plus, avec une légère surreprésentation des grandes firmes. Les périodes étudiées sont détaillées dans le tableau 13.

43 Un tel appariement est effectué dans le chapitre 4

Tableau 13 : Détail des données utilisées pour l'analyse empirique

Echantillon total (2002-2004 et 2004-2006) 8136 observations	
CIS4-EAE (2002-2004) 4422 observations	**CIS5-EAE** (2004-2006) 3714 observations

La première étude, qui mobilise un modèle bi-varié récursif, se base sur l'échantillon total (n=8136) afin de disposer d'un nombre d'observations important. L'utilisation de deux cohortes distinctes permet également de disposer d'une forte représentativité dans le temps. Ce choix a été également effectué par plusieurs auteurs au sein de la littérature de référence se basant sur l'enquête CIS (Almus et Czarnitzki, 2003, en particulier). Certaines firmes sont observées deux fois au sein de l'échantillon, celles-ci ayant participé aux deux vagues de l'enquête. Néanmoins, presque 80 % des firmes (78,81 %) ne sont incluses qu'une seule fois dans l'analyse. Par ailleurs, la variation des conditions macroéconomiques (inflation, croissance économique) peut impliquer une différence systématique entre les deux périodes considérées. Ce choix peut biaiser les résultats, réduisant ainsi leur validité interne. Pour se prémunir contre ce risque, plusieurs précautions ont été prises :

- Une variable différenciant les deux cohortes (*VAGUECIS*) est incluse dans le modèle,
- Les corrélations entre la variable *VAGUECIS* et les autres variables indépendantes sont étudiées afin d'identifier l'existence d'une différence systématique entre les deux sous-périodes,
- Les résultats obtenus pour l'échantillon total et pour chacune des deux sous-périodes sont également confrontés.

Une extension de cette analyse vise à différencier les aides à l'innovation selon leur type. Celle-ci se focalise sur l'impact des incitations fiscales à l'innovation sur l'activité d'exportation des firmes. En France, les aides fiscales constituent, par l'intermédiaire du CIR, le principal instrument utilisé par les pouvoirs publics (Cf. chapitre 1). Par ailleurs, contrairement aux aides directes, leurs conditions d'attribution sont homogènes[44]. Cela contribue à réduire le biais de sélection. Suivant la méthodologie proposée par Bérubé et Mohnen (2009), l'effet des aides fiscales est tout d'abord étudié pour un sous-échantillon de firmes n'ayant pas

44 Les aides fiscales à l'innovation sont attribuées sur la base de caractéristiques définies et identifiables. Dans le cas du CIR, par exemple, il s'agit du montant de l'investissement en R&D passée. A l'inverse, les aides directes sont attribuées à partir d'une sélection discrétionnaire.

bénéficié d'aide directe. L'estimation est ensuite répliquée sur un deuxième sous-échantillon, composé uniquement de firmes ayant obtenu une intervention directe sur la période. Cette méthode permet de supprimer le biais de sélection lié aux instruments directs et d'étudier distinctement deux sous-groupes homogènes. Pour la suite de cette section, le sous-échantillon de firmes n'ayant pas bénéficié d'aides directes sera désigné sous la dénomination « **DIRECT_0** », et celui regroupant les firmes ayant obtenu de tels dispositifs en tant que « **DIRECT_1** ». Le tableau 14 détaille ces deux sous-échantillons.

Tableau 14 : Les sous échantillons, en fonction du type d'aide à l'innovation obtenu, pour l'analyse bi-variée récursive

Echantillon total (2002-2004 et 2004-2006) *8136* observations	
Firmes n'ayant pas bénéficié d'aides directes (**DIRECT_0**) *6894* observations	Firmes ayant bénéficié d'aides directes (**DIRECT_1**) *1242* observations

La seconde méthodologie par appariement vise à prendre en compte la sélection non aléatoire des aides à l'innovation. Cette analyse se focalise sur la période 2004–2006. En effet dans la mesure où l'année 2004 marque une rupture dans les conditions d'attribution de l'aide fiscale CIR, il aurait été difficile d'obtenir un modèle intégrant les déterminants de la décision publique pour les deux périodes.

L'échantillon ainsi obtenu contient 3572 firmes industrielles françaises, employant plus de 20 salariés. Celui-ci est légèrement différent de l'échantillon **CIS5-EAE**, détaillé dans le tableau 13. En effet, il est essentiel de limiter au maximum le risque de simultanéité entre les déterminants de l'attribution des aides et la décision publique. Pour cela, la plupart des variables indépendantes sont mesurées pour l'année 2003. De plus, afin de prendre un compte un délai potentiel entre l'attribution des aides et leur impact sur l'exportation, l'intensité d'exportation est mesurée pour les années 2006 et 2007. L'échantillon considéré est donc uniquement constitué de firmes présentes dans la base entre 2003 et 2007. Ce choix implique d'exclure 142 firmes de l'échantillon. La représentativité des résultats est alors restreinte aux firmes industrielles de plus de 20 salariés ayant plus de 3 ans en 2006. Comme pour l'analyse bi-variée récursive, la base de données est séparée en deux sous échantillons. Ici, le principal enjeu est de comparer les firmes subventionnées avec le groupe de contrôle adéquat (Bérubé et Mohnen, 2009).

La méthodologie par appariement[45] nécessite de distinguer un échantillon « *traité* » (ayant bénéficié d'une aide à l'innovation) d'un échantillon « *témoin* » (n'en ayant pas bénéficié). Ainsi, la première estimation, qui analyse l'impact d'une aide indifférenciée, compare :

1. [**TRAITÉ**] Les firmes ayant obtenu une aide à l'innovation indifférenciée
2. [**TEMOIN**] Les firmes n'ayant bénéficié d'aucune intervention publique

Ensuite, parmi les firmes n'ayant pas bénéficié d'aides directes (***DIRECT*** = 0), l'estimation permet de comparer :

3. [**TRAITÉ**] Les firmes ayant obtenu une aide fiscale à l'innovation
4. [**TEMOIN**] Les firmes n'ayant bénéficié d'aucune intervention publique

Enfin, parmi les firmes ayant obtenu au moins une aide directe (***DIRECT*** = 1), l'analyse distingue :

5. [**TRAITÉ**] Les firmes ayant obtenu une combinaison d'aides directes et fiscales à l'innovation
6. [**TEMOIN**] Les firmes ayant uniquement bénéficié de dispositifs directs en faveur de l'innovation

Le tableau 15 synthétise les échantillons traités et témoins, étudiés par l'intermédiaire de cette méthodologie.

45 La méthodologie utilisée sera détaillée dans la suite de ce chapitre. Le modèle canonique de la méthode par appariement est par ailleurs disponible en annexe 11 (Rubin, 1974)

Tableau 15 : Distinction entre les échantillons traités et témoins pour la méthode par appariement

<table>
<tr><td colspan="4">Echantillon total
3572 observations</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2) Aucune aide
SUBVTOT = 0
2395 observations</td><td colspan="2">(1) Au moins une aide indifférenciée
SUBVTOT = 1
1177 observations</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sous échantillon DIRECT_0_06 :
DIRECT = 0
3006 observations</td><td colspan="2">Sous échantillon DIRECT_1_06 :
DIRECT = 1
566 observations</td></tr>
<tr><td>(4) Aucune aide
DIRECT = 0 et FISCAL = 0
2395 observations</td><td>(3) Au moins une aide fiscale, mais pas d’aide directe
DIRECT = 0 et FISCAL = 1
611 observations</td><td>(6) Au moins une aide directe, mais pas d’aide fiscale
DIRECT = 1 et FISCAL =0
281 observations</td><td>(5) Combinaison d’aides directes et fiscales
DIRECT = 1 et FISCAL =1
285 observations</td></tr>
</table>

1.2. Définition des variables utilisées dans l'analyse économétrique

Cette sous-section a pour objectif de détailler les différentes variables considérées au sein des modélisations économétriques. Le choix des mesures est directement issu des études empiriques relatives au lien entre innovation de produit et exportation. D'autres variables sont déduites des principaux travaux sur l'évaluation des aides publiques à l'innovation.

1.2.1. Modèle bi-varié récursif

Le tableau 16 détaille les variables, dépendantes et indépendantes, incluses au sein de l'analyse bi-variée récursive. Les deux équations comportent certaines variables indépendantes en commun. Les autres sont spécifiques au phénomène étudié. La période à laquelle chaque variable est mesurée dépend de la vague de l'enquête CIS dont est issue l'observation (CIS4 ou CIS5).

Tableau 16 : Définition des variables incluses dans l'analyse bi-variée récursive

Nom	*Description*	*Période de mesure*	
		CIS4	*CIS5*
Variables dépendantes			
INNOPRODUIT	Binaire = 1 si la firme a innové en produit sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
EXPDUM	Binaire = 1 si la firme exporte (sinon = 0)	2004	2006
Mesures des aides à l'innovation			
SUBVTOT	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide à l'innovation indifférenciée sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
FISCAL	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide fiscale à l'innovation sur la période (sinon = 0)		
DIRECT	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide directe à l'innovation sur la période (sinon = 0)		
Autres variables indépendantes, communes aux deux équations			
LNTFP	Productivité totale des facteurs (*en log*)	2002	2004
		2004	2006
LNW	Salaire moyen par employé (*en log*)	2002	2004
		2004	2006
_NACE2 - _NACE15	Secteur d'appartenance de la firme, dénomination NACE 2° niveau	2002 - 2004	2004 - 2006
VAGUECIS	Binaire = 1 si l'observation est issue de la vague CIS5 = 0 si elle est issue de l'enquête CIS4		
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'innovation de produit			
RD_GLOBAL	Binaire = 1 si la firme a investi en R&D sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
LNL	Nombre d'employés (*en log*)	2002	2004
GROUPE	Binaire = 1 si la firme appartient à un groupe (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'exportation			
FOREIGN	Binaire = 1 si la firme appartient à un groupe étranger (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
LNK	Niveau de capital (*en log*)	2004	2006
AGEDUM	Binaire = 1 si la firme a moins de 3 ans (sinon = 0)	2004	2006
INNOPRODUIT	Binaire = 1 si la firme a innové en produit sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
EXPDUM_03_05	Binaire = 1 si la firme a exporté l'année précédente (sinon = 0)	2003	2005
INNOPROCEDE	Binaire = 1 si la firme a innové en procédé sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
Variables instrumentales			
EQUIP	Binaire = 1 si la firme a investi en équipement pour son activité d'innovation sur la période (sinon = 0)	2002 - 2004	2004 - 2006
FORMATION	Binaire = 1 si la firme a fait de la formation pour son activité d'innovation sur la période (sinon = 0)		
PAT_REG	Nombre de brevets déposés à l'échelle régionale, pour 100 000 habitants		

Variables dépendantes

- Innovation de produit : *INNOPRODUIT* est une variable binaire égale à 1 si la firme a innové en produit sur la période considérée (2002-2004 ou 2004-2006). Cette variable est mobilisée traditionnellement dans la littérature (Mairesse et Mohnen, 2010 ; Golovko et Valentini, 2011). Elle est également intégrée en tant que déterminant de la probabilité d'exporter, afin d'étudier la relation causale entre innovation de produit et exportation (récursivité).
- Exportation : L'exportation est mesurée par la variable *EXPDUM*. Il s'agit d'une variable binaire, qui informe si la firme a exporté au cours de l'année t (2004 ou 2006). Cette variable, très utilisée par la littérature antérieure, permet de capter la stratégie d'exportation de la firme (Cooper et Kleinschmidt, 1985 ; Bellone et Guillou, 2011 ; Golovko et Valentini, 2011). Une vaste majorité des travaux empiriques concluent à l'existence d'un effet positif de l'innovation sur la probabilité d'exporter[46].

Variables indépendantes

- Aides à l'innovation : Les aides à l'innovation sont intégrées en tant que déterminant de l'innovation de produit et de l'exportation. Elles sont mesurées sur une période de 3 ans (2002-2004 ou 2004-2006). Dans un premier temps, elles sont considérées de manière indifférenciée. Ainsi, *SUBVTOT* prend la valeur 1 si la firme déclare avoir bénéficié d'une aide à l'innovation quel qu'en soit le type, 0 dans le cas contraire. Les aides à l'innovation sont ensuite distinguées selon leur type. *FISCAL* prend alors la valeur 1 si la firme a obtenu une incitation fiscale, et 0 dans le cas contraire. Enfin, la variable *DIRECT* permet de distinguer les sous-échantillons **DIRECT_0** et **DIRECT_1**, détaillés précédemment. Elle est égale à 1 si la firme a bénéficié d'une aide directe, et 0 dans le cas contraire. Ces trois variables, provenant de l'enquête CIS, sont très largement utilisées dans la littérature évaluant l'impact des aides à l'innovation (Voir Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014 ; Dimos et Pugh, 2016 ; Lhuillery *et al.* 2013, pour le cas de la France).

46 Les principales études sont détaillées dans le chapitre 2.

Autres variables indépendantes, communes aux deux équations

- Productivité : La productivité totale des facteurs (*total factor productivity, en log ; LNTFP_02_04* ; *LNTFP_04_06*) permet de considérer l'auto-sélection des firmes dans les activités d'innovation et d'exportation (Melitz, 2003 ; Constantini et Melitz, 2007). La plupart des études confirment l'impact de la productivité sur la relation innovation-exportation [47]. La mesure retenue provient de l'indice de productivité multiple (« *multilateral productivity index* »), introduit par Caves, Christensen et Diewert (1982). La méthodologie de calcul est détaillée en annexe 4.
- Niveau de salaire par employé : Le niveau de salaire par employé permet d'approximer le niveau de capital humain détenu par la firme (*LNW_02_04 ; LNW_04_06*, en log). Tout d'abord, les firmes disposant de salariés mieux rémunérés sont supposées être plus innovantes[48]. La possibilité que l'impact du salaire par employé ne soit pas linéaire est également testée, en intégrant la variable au carré (*LNW2*). De même, le niveau de capital humain permet de diminuer le coût d'entrée des firmes sur les marchés internationaux, et d'impacter positivement la probabilité que la firme exporte[49].
- Secteur : Les différences sectorielles sont essentielles pour expliquer les décisions d'innovation et d'exportation (Bleaney et Wakelin, 2002 ; Barrios *et al.* 2003). Les secteurs sont ainsi mesurés de manière détaillée, en utilisant le second niveau de la catégorisation NES[50].
- Période d'observation de la firme : Enfin, la variable *VAGUECIS* prend la valeur 1 si l'observation est issue de l'enquête CIS5 (2004–2006), et la valeur 0 si elle appartient à l'enquête CIS4 (2002 -2004).

Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'innovation

- Investissement en R&D : Il existe une littérature extensive sur le lien causal entre l'investissement en R&D et l'innovation de produit (Griliches, 2007 ; Ganotakis et Love, 2009 ; Harris et Moffat, 2011). Investir en R&D constitue ainsi un déterminant majeur de

47 Les principales études incluent Aw *et al.* (2008) ; Cassiman *et al.* (2010) ; Damijan *et al.* (2010) ; Máñez *et al.* (2015) ;

48 Voir Wakelin (1998) ; Barrios *et al.* (2003) ;. Nguyen *et al.* (2008) ; Caldera (2010) Becker et Egger (2013).

49 Voir Bernard et Jensen (1999) ; Barrios *et al.* (2003) ; Caldera (2010) ; Wang, (2014).

50 Nomenclature économique de synthèse, utilisée par l'INSEE entre 1994 et 2007. Une description détaillée des secteurs considérés est disponible en annexe 5.

la probabilité d'innover en produit[51]. Ainsi, *RD_GLOBAL* est égale à 1 si la firme a investi en R&D sur la période considérée et égale à 0 dans le cas contraire.

- Taille de la firme : Il est important de considérer la taille de la firme (*LNL_02_04*, en log). Le nombre d'employés constitue en effet un déterminant important de l'innovation de produit (Acs et Audretsch, 1987 ; Audretsch et Acs, 1991). Les grandes firmes disposent plus souvent de leurs propres laboratoires de R&D, et de capacités financières plus importantes (Hall, 2002, 2005). Elles peuvent également mener plus de projets d'innovation simultanément, améliorant ainsi leur probabilité de mettre une innovation sur le marché.
- Appartenance à un groupe : L'appartenance à un groupe (*GROUPE*) est identifiée par la littérature comme un déterminant important de l'innovation de produit[52]. Les firmes appartenant à un groupe disposent également de ressources plus importantes (financières, humaines et techniques) pour innover.

Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'exportation

- Exportation passée : Le comportement d'exportation passé de la firme (*EXP_DUM_03_05*) est capté par une variable binaire égale à 1 si la firme exportait l'année précédente (2003 ou 2005). De nombreuses études montrent une forte persistance de l'activité d'exportation (Basile, 2001 ; Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013). L'exportation passée constitue également un indicateur permettant d'apprécier si la firme a payé le coût fixe pour entrer sur les marchés étrangers. Pour Roberts et Tybout (1997), le concept de coût fixe est vérifié lorsque les firmes peuvent continuer à exporter même si l'activité n'est plus profitable, afin d'éviter de le repayer par la suite.
- Niveau de capital : Le logarithme du niveau de capital (*LNK_04_06*) donne une indication sur la taille de la firme[53]. Aw *et al.* (2008, 2011) montrent par ailleurs que

51 Voir Ganotakis et Love (2009) ; Caldera (2010) ; Golovko et Valentini (2011) ; Cassiman et Golovko (2011) ; Rodil *et al.* (2015).

52 Voir Barrios *et al.* (2003) ; Caldera (2010) ; Golovko et Valentini (2011) ; Cassiman et Golovko (2011) entre autres.

53 L'impact de la taille de la firme sur la probabilité qu'elle exporte ne fait pas l'objet d'un consensus scientifique. Certains auteurs observent un effet positif de la taille sur la décision d'exporter (Bernard et Jensen, 1999 ; Roper et Love, 2002 ; Barrios *et al.*, 2003 ; Caldera, 2010 ; Monreal Perez *et al.* 2015). D'autres concluent que la taille n'impacte pas l'exportation (Basile, 2001 ; Pla-Barber et Alègre, 2007), ou uniquement à partir d'un certain seuil (Ramos *et al.,* 2011). Les variables LNL et LNK sont par ailleurs très corrélées. Ainsi, elles ont été intégrées une à une au sein du modèle, de manière distincte.

l'investissement en capital physique influence le coût marginal de production des biens et services exportés. Plusieurs études mettent ainsi en évidence le fait que les firmes les plus capitalistiques sont également les plus exportatrices[54].

- Appartenance à un groupe étranger : L'appartenance de la firme à un groupe à capitaux étrangers (*FOREIGN*) peut indiquer que la firme bénéficie de ressources supplémentaires pour exporter, en termes de marketing, de capital physique et humain (Basile, 2001). Elles peuvent également exploiter l'expérience et les réseaux d'autres firmes appartenant au même groupe (Caldera, 2010).
- Age de la firme : La variable *AGEDUM* prend la valeur 1 si la firme avait moins de 3 ans au début de la période considérée (2002 ou 2004), 0 dans le cas contraire. La littérature empirique semble montrer que la décision d'exporter est principalement prise par les jeunes firmes (Caldera, 2010 ; Braymen *et al.,* 2011 ; Lamotte et Colovic, 2013). Gkypali *et al.* (2015) montrent néanmoins que l'auto-sélection des firmes s'observe plus fréquemment pour les firmes plus matures.
- Innovation de procédé : Enfin, *INNOPROCEDE* indique si la firme a introduit au moins une innovation de procédé sur la période. En effet, si l'existence d'un effet des innovations de procédé sur l'exportation est incertaine, plusieurs auteurs montrent que ce type d'innovation contribue à renforcer l'impact des innovations de produit (Becker et Egger, 2013 ; Van Beveren et Vandenbussche, 2010).

Variables instrumentales

- La sélection des variables instrumentales n'a pas été évidente. En effet, la plupart des études mobilisant une méthode de type bi-variée utilisent l'obtention d'aides à l'innovation au niveau régional en tant que variable instrumentale (Altomonte et al., 2013, 2016, en particulier). L'objet de cette thèse étant de monter l'impact des aides à l'innovation sur l'activité d'exportation, faire le même choix était logiquement impossible. Le dynamisme de l'innovation, au niveau régional, semble être une alternative intéressante (Özçelik et Taymaz, 2004). Le nombre de brevets pour 100 000 habitants (*PATREG*) est ainsi intégré, au niveau régional (2004 ou 2006). Par ailleurs, d'autres études considèrent que « *la*

Le niveau de capital impacte la probabilité que la firme exporte, à l'inverse du nombre d'employés. Seule la première a donc été retenue, afin d'intégrer la relation considérée par Aw *et al.* (2008)

54 Voir Wakelin (1998) ; Basile (2001) ; Wang (2014) ; Rodil *et al.* (2015).

stratégie d'investissement de la firme, sa perception vis-à-vis des travailleurs compétents [seront] des déterminants importants pour l'innovation mais pas pour l'export » (Nguyen *et al.*, 2008, p. 11) . La variable *FORMATION* prend ainsi la valeur 1 si la firme a fait de la formation dans le cadre de son activité d'innovation, 0 dans le cas contraire. *EQUIP*, quant à elle, prend la valeur 1 si la firme a acheté des équipements dans le cadre de son activité d'innovation, 0 dans le cas contraire. Ces deux variables, en plus de l'investissement en R&D, peuvent être qualifiées «*d'input* » de l'activité d'innovation (Blyde, Iberti et Mussini, 2015).

1.2.2. Méthodologie par appariement

Dans un second temps, les variables intégrées dans l'analyse par appariement sont détaillées. Comme précisé précédemment, cette approche comprend deux étapes[55]. Tout d'abord, un modèle probit est mobilisé, afin d'estimer la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation. Les déterminants de l'attribution des aides publiques sont synthétisés au sein du tableau 17. Afin d'éviter tout risque de simultanéité, ils sont, dès que possible, mesurés pour l'année 2003.

55 La méthodologie par appariement sera détaillée par la suite.

Tableau 17 : Définition des variables incluses dans le modèle probit (analyse par appariement)

Nom	Description	Période d'observation
		CIS5
Mesures des aides à l'innovation		
SUBVTOT	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide à l'innovation indifférenciée sur la période (sinon = 0)	2004-2006
FISCAL	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide fiscale à l'innovation sur la période (sinon = 0)	
DIRECT	Binaire = 1 si la firme a bénéficié d'une aide directe à l'innovation sur la période (sinon = 0)	
Variables indépendantes, incluses dans le modèle probit		
EXP_DUM_03	Binaire = 1 si la firme a exporté l'année précédente, (sinon = 0)	2003
RDCONT	Binaire = 1 si la firme a investi en R&D de manière continue sur la période (sinon = 0)	2004-2006
LNTFP_03	Productivité totale des facteurs (*en log)*	2003
LNL_03	Nombre d'employés *(en log.)*	2003
LNKEMP_03	Niveau de capital par employé *(en log)*	2003
GROUPDOM	Binaire = 1 si la firme appartient à un groupe domestique (sinon = 0)	2004-2006
FOREIGN	Binaire = 1 si la firme appartient à un groupe étranger (sinon = 0)	2004-2006
AGEDUM_03	Binaire = 1 si la firme a moins de 3 ans (sinon = 0)	2003
NACE_C NACE_G	Secteur d'appartenance de la firme (code NACE premier niveau)	2004–2006

Mesure des aides à l'innovation

- Les aides à l'innovation sont, ici encore, observées sur une période de 3 ans (2004-2006). Ces variables sont identiques à celles détaillées précédemment. Elles mesurent respectivement la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation indifférenciée (*SUBVTOT*), fiscale (*FISCAL*) et directe (*DIRECT*). De nouveau, cette dernière variable permet de distinguer les sous-échantillons **DIRECT_0_06** et **DIRECT_1_06,** détaillés précédemment.

Variables indépendantes, incluses dans le modèle probit

- Exportation passée : La variable *EXP_DUM_03* prend la valeur 1 si la firme a exporté en 2003, 0 sinon. L'activité d'exportation passée constitue un critère important de

sélection par les décideurs publics. Ces derniers peuvent en effet favoriser les firmes exportant de manière intensive, afin d'améliorer la compétitivité nationale[56]. De plus, intégrer l'exportation passée permet de contrôler le risque de causalité inverse (les firmes bénéficient d'une aide parce qu'elles exportent, et non l'inverse).

- R&D : Une variable binaire (*RDCONT*) indique si la firme a réalisé de la R&D en continu entre 2004 et 2006. Cette variable est très utilisée dans la littérature sur l'évaluation des aides à l'innovation. Elle permet d'approximer les capacités d'innovation de la firme[57] ainsi qu'une expérience passée en R&D. Selon Czarnitzki et Fier (2002), les pouvoirs publics peuvent être incités à ne sélectionner que les firmes les plus à même de mener à bien les projets de R&D subventionnés. Elle constitue également un critère déterminant dans l'attribution des aides fiscales. En effet, ces dernières sont attribuées *ex post,* en fonction des dépenses de R&D antérieures.
- Productivité : Ici encore, le logarithme de la productivité totale des facteurs (TFP) est intégré au modèle, pour l'année 2003 (*LNTFP_03*). Les décideurs publics peuvent en effet privilégier les firmes les plus productives (Wallsten, 2000 ; Blanes et Busom, 2004 ; Aristei *et al.,* 2015). Cela renforcerait l'idée d'une « sélection des gagnants ».
- Taille de la firme : Au sein de l'analyse par appariement, la taille de la firme est également captée par le logarithme du nombre de salariés, pour l'année 2003 (*LNL_03*). Cette caractéristique reflète l'idée largement admise selon laquelle les grandes firmes tendent à être plus fréquemment subventionnées (Duguet, 2004 ; Lentile et Mairesse, 2009 ; Czarnitzki *et al.* 2011). Becker (2015) évoque même une attribution « disproportionnée » des aides à l'innovation en leur faveur. Les grandes firmes peuvent, en particulier, avoir une expertise administrative plus importante que les plus petites concernant les exigences des décideurs publics (Takalo *et al.,* 2013).
- Niveau de capital par employé : La littérature sur l'évaluation des aides à l'innovation indique également que les firmes les plus intensives en capital sont plus incitées à candidater pour obtenir des aides[58]. Ainsi, le ratio entre capital et travail (*LNKEMP_03*, en log) est intégré au sein du modèle.

---

56 Voir en particulier Almus et Czarnitzki (2003) ; Czarnitzki et Hussinger (2004) ; Hussinger (2008) ; Duguet (2012)

57 Voir Blanes et Busom (2004) ; Czarnitzki et Fier (2002) ; Heshmati et Lööf (2005) ; Czarnitzki et Lopes-Bento (2013).

58 Voir Aerts et Czarnitzki (2003) ; Almus et Czarnitzki (2003) ; Lokshin et Mohnen (2008) ; Czarnitzki et Lopes-Bento (2011)

- Appartenance à un groupe, domestique ou étranger : Deux variables binaires permettent de différencier l'appartenance à un groupe domestique (*GROUPDOM)* et étranger (*FOREIGN*). Les firmes appartenant à un groupe peuvent avoir un accès plus facile aux informations concernant la disponibilité des aides à l'innovation (Aerts et Czarnitzki, 2004 ; Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Czarnitzki et Lopes-Bento, 2011). A l'inverse, les aides directes peuvent être principalement destinées aux firmes indépendantes (Klette *et al.* 2000[59] ; Blanes et Busom, 2004). Par ailleurs, les firmes appartenant à un groupe à capitaux étrangers peuvent être plus enclines à demander des subventions dans leur pays d'origine (Busom, 2000 ; Almus et Czarnitzki, 2003 ; Busom et Fernandez-Ribas, 2008). Enfin, les filiales de groupes étrangers peuvent ne pas avoir accès aux dispositifs d'aides en France (Clausen, 2009).

- Age : De nouveau, la variable *AGEDUM* prend la valeur 1 si la firme avait 3 ans ou moins en 2004, 0 dans le cas contraire. Les plus jeunes firmes peuvent être plus incitées à candidater pour l'obtention de dispositifs publics en faveur de l'innovation (Almus et Czarnitzki, 2003). Elles font face à des contraintes financières plus importantes, et peuvent investir plus fortement en R&D que les autres. D'autres études concluent néanmoins que l'âge de la firme n'impacte pas la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation (Blanes et Busom, 2004 ; Clausen, 2009 ; Czarnitzki et Lopes-Bento, 2011).

- Secteur : Certains secteurs sont spécifiquement ciblés par les décideurs publics dans l'attribution d'aides directes (Blanes et Busom, 2004 ; Aristei *et al.,* 2017). Gonzalez et Pazo (2008) montrent d'ailleurs que l'effet des aides à l'innovation est plus important pour les firmes appartenant à des secteurs faiblement technologiques. Ainsi, cinq variables sectorielles sont incluses (code NES premier niveau). Il s'agit de : l'industrie des biens de consommation (C) ; l'industrie automobile (D) ; l'industrie des biens d'équipement (E) ; l'industrie des biens intermédiaires (F) ; l'énergie (G).

59 Klette *et al.* (2000) mentionnent ainsi que, dans le cas du dispositif américain SBIR (Small Business Innovation Research), les firmes doivent impérativement être indépendantes pour en bénéficier.

Variables de résultat

Le modèle probit détaillé ci-dessus étudie la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation. Cette probabilité est prédite, pour chaque firme, afin de déterminer un « *score de propension* ». Dans un second temps, les firmes aidées (échantillon traité) et non aidées (échantillon témoin) sont appareillées, sur la base de ce score. L'impact des aides à l'innovation est alors estimé en comparant l'exportation des firmes subventionnées et non subventionnées ayant des caractéristiques similaires. Trois variables mesurent l'activité d'exportation des firmes (tableau 18).

Tableau 18 : Définition des mesures de l'exportation dans l'analyse par appariement

Nom	Description	Période d'observation
EXPDUM_06	Binaire = 1 si la firme exporte (sinon = 0)	2006
EXPINT_06	Intensité d'exportation, en pourcentage du chiffre d'affaires de la firme	2006
EXPINT_07		2007

L'impact des aides à l'innovation est tout d'abord étudié sur la probabilité que la firme exporte en 2006 (*EXPDUM*). La méthodologie par appariement permet également de s'intéresser à l'effet de l'intervention publique sur l'intensité d'exportation. Ainsi, *EXPINT_06* saisit le pourcentage de chiffre d'affaires exporté pour l'année 2006. *EXPINT_07* correspond enfin à la part du chiffre d'affaires exporté en 2007. Cette variable permet d'appréhender l'existence d'un possible décalage temporel entre l'obtention d'une aide à l'innovation et son impact sur le chiffre d'affaires à l'exportation de la firme.

Cette première section a permis de décrire les données ainsi que les variables utilisées dans cette analyse empirique. Les sections suivantes présentent les résultats des estimations réalisées. L'analyse bi-variée mise en œuvre dans la section 2 distingue les vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes (propositions 1 et 2). Cette méthode permet de prendre en compte l'endogénéité entre l'innovation de produit et l'exportation des firmes. Elle repose en revanche sur l'hypothèse d'une sélection aléatoire des aides à l'innovation. Ce biais sera étudié plus spécifiquement par la méthode par appariement, mobilisée au sein de la section 3.

2. L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes, en présence d'endogénité entre l'innovation de produit et l'exportation

L'analyse empirique présentée dans cette section étudie l'impact de l'intervention publique en faveur de l'innovation sur l'exportation de la firme, en prenant en compte la relation endogène entre l'innovation de produit et l'exportation. A l'aide du modèle probit bi-varié récursif, les résultats montrent que l'octroi d'une aide indifférenciée à l'innovation impacte l'exportation de la firme, *via* un effet positif sur la probabilité qu'elle innove en produit (proposition 1). Ils indiquent également que les aides à l'innovation ont un impact direct et simultané sur l'exportation de la firme (proposition 2). Les résultats sont robustes, quelle que soit la vague de l'enquête considérée. Ils sont, en revanche, plus nuancés lorsque les aides sont distinguées en fonction de leur type.

2.1. La méthode bi-variée récursive

En statistiques, l'endogénéité est définie comme étant une corrélation entre une variable explicative x_j et le terme d'erreur ε, (Wooldridge 2011, p. 50). Le principal problème est ici lié à la simultanéité entre l'innovation de produit et l'exportation : la probabilité d'innover en produit (I_i^*) peut être déterminée de manière simultanée avec la probabilité d'exporter (E_i^*). Ainsi, le modèle probit doit être généralisé à deux équations simultanées (Alban, 2000 ; Maddala, 1986). Par ailleurs, les deux activités dépendent également de déterminants identiques. Il convient dès lors d'adopter un modèle probit bi-varié de type récursif. La récursivité consiste à étudier la relation simultanée entre l'innovation de produit et l'exportation des firmes, en intégrant la possibilité que l'innovation puisse être un déterminant de l'exportation. La récursivité est ici étudiée dans un seul sens. Ce choix repose sur l'hypothèse selon laquelle exporter en 2006 n'impacte pas la probabilité d'innover entre 2004 et 2006. Cette hypothèse est nécessaire afin de se prémunir contre le risque de causalité inverse. Cette méthodologie est très utilisée par la littérature empirique sur le sujet (Harris et Li, 2009 ; Golovko et Valentini, 2011 ; Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013). La probabilité d'exporter $\boldsymbol{E_i^*}$ dépend d'un vecteur de déterminants $\boldsymbol{X'_{1i}}$ identifiés au sein de la littérature et de la variable $\boldsymbol{I_i}$, une variable binaire égale à 1 si la firme a innové en produit sur la période,

0 dans le cas contraire. Par ailleurs, la décision d'innover ($\boldsymbol{I_i^*}$) dépend également d'un vecteur de variables indépendantes $\boldsymbol{X'_{2i}}$, également héritées de la littérature.
Le modèle estimé est défini par le système suivant :

$$\begin{cases} E_i^* = \beta_1 I_i + \beta_2 S_i + X'_{1i} + \varepsilon_{1i}, \\ I_i^* = \beta_3 S_i + X'_{2i} + Z'_1 + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (5)$$

Les aides à l'innovation $\mathbf{S_i}$ sont intégrées dans les deux équations, en tant que déterminants de l'innovation de produit et de l'exportation. $\mathbf{Z'_1}$ correspond à un vecteur de variables instrumentales. Il s'agit de déterminants de l'innovation de produit, qui n'auraient pas d'influence sur l'activité d'exportation de la firme. La définition des variables instrumentales est essentielle. En effet, une variable instrumentale n'est valide que si elle est corrélée à la probabilité d'innover en produit, mais n'explique pas le comportement d'exportation (non corrélée avec le terme d'erreur)[60].
Enfin, ε_{1i} et ε_{2i} représentent les termes d'erreurs associés aux équations d'innovation et d'exportation. Nous faisons l'hypothèse que les termes d'erreurs au sein de l'équation (x) sont distribués de manière identique, suivant une loi normale bi-variée :

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{1i} \\ \varepsilon_{2i} \end{pmatrix} \sim \Phi \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right) \quad (6)$$

ρ mesure le coefficient de corrélation entre les termes d'erreurs. Ce paramètre permet d'identifier si des facteurs inobservables peuvent impacter simultanément la probabilité d'innover en produit et la probabilité d'exporter. Si $\rho = 0$, alors E_i^* n'est pas corrélé avec le terme d'erreur ε_{1i}. Cela implique que les deux équations auraient pu être estimées séparément à l'aide de modèles probit simples. A l'inverse, si $\rho \neq 0$, il est nécessaire de corriger l'endogénéité entre les deux activités en estimant les deux équations de manière jointe. Suivant les recommandations de Wooldridge (2011 p.50), deux autres sources potentielles d'endogénéité doivent être discutées :

- Les variables omises. Wooldridge indique que cette source d'endogénéité provient souvent d'un problème d'auto-sélection. Ce biais est appréhendé en considérant des

60 Afin d'identifier des variables instrumentales de bonne qualité, il est tout d'abord nécessaire de se référer à la littérature sur le lien entre innovation et exportation. Les variables sélectionnées ont ensuite été introduites une à une dans l'équation d'exportation, afin de s'assurer qu'elles n'avaient pas d'impact direct sur l'activité d'exportation de la firme.

modèles les plus complets possibles, et comme nous l'avons fait, en intégrant l'ensemble des déterminants des activités d'innovation et d'exportation identifiés dans la littérature.

- Les erreurs de mesure. Toute variable constitue une approximation imparfaite d'un phénomène. Il est alors important de s'assurer que la mesure des variables rend bien compte du phénomène analysé. Les mesures mobilisées sont toutes issues de la littérature empirique sur le lien entre innovation et exportation.

Au-delà du problème d'endogénéité, l'estimateur du maximum de vraisemblance peut être biaisé en présence d'hétéroscédasticité et de multicolinéarité. L'hétéroscédasticité peut être définie comme une différence dans la variance des erreurs entre les observations (Greene, 2009, p. 62). Dans ce cas, l'estimateur n'est pas convergent. La procédure Huber-Eicker-White *(heteroscedasticity consistence covariance matrix ; HCCM),* développée par Eicker (1963, 1967) ; Huber (1967) et White (1980) est alors appliquée. Cette méthode permet d'obtenir des écarts-types robustes, malgré la présence d'un biais d'hétéroscédasticité dont la forme n'est pas connue. La multicolinéarité peut être définie comme *« le cas où les variables [indépendantes] sont fortement, mais imparfaitement corrélées »* (Greene, 2009, p. 131). Elle ne biaise pas systématiquement l'estimation mais constitue principalement une source d'imprécisions. Ainsi, s'il existe une corrélation importante entre deux variables indépendantes, elles peuvent être colinéaires. Afin d'observer cela, les coefficients de corrélation bi-variés entre les variables explicatives de chaque équation du modèle sont calculés. Il n'existe pas de seuil, dans la littérature, permettant de définir « l'importance » d'une corrélation (Mela Praveel et Kopalle, 2002). Toutefois, Grewal, Cote et Baumgartner (2004) montrent, à l'aide de simulations de type Monte-Carlo, que les erreurs générées par la multicolinéarité deviennent « substantielles » si le coefficient de corrélation se situe entre 0,6 et 0,8. Les variables indépendantes sont considérées comme étant colinéaires dès lors que le coefficient de corrélation $|\rho| > 0{,}6$. Afin de réduire l'importance de ce biais, la multiplicative des deux variables fortement corrélées (Verbeek, 2012) est intégrée. L'équation d'innovation estimée est alors la suivante :

$$I_i^* = X'_{2i} + \beta_1^* X_1 + \beta_2^* X_2 + \beta_3^* X_3 + Z'_1 + \varepsilon_{2i} \qquad (7)$$

Où X_3 est le produit des deux variables X_1 et X_2 :

$$X_3 = X_1 X_2 \qquad (8)$$

La multicolinéarité est ainsi considérée comme le symptôme d'un manque d'informations, lié à une mauvaise spécification du modèle économétrique (variables manquantes). L'intégration de variables croisées permet de prendre en compte l'existence d'effets joints entre les variables colinéaires. Les corrélations entre les variables indépendantes intégrées aux équations d'innovation et d'exportation, prises deux à deux sont détaillées en annexe 6. Au seuil de 0,6, seules les variables captant la formation (*FORMATION*) et l'acquisition d'équipement pour la R&D (*EQUIP*) semblent collinéaires. Néanmoins, les coefficients de corrélations bi-variés entre ces deux variables et le fait d'investir en R&D (*RD_GLOBAL*) est très proche du seuil choisi. L'existence d'un lien entre ces trois phénomènes, directement liés à l'activité d'innovation, apparaît très intuitive. Concernant les coefficients de corrélation pour les déterminants de la probabilité d'exporter, aucune corrélation ne dépasse le seuil de 0,6.
Enfin, la qualité des estimations est mesurée par deux indicateurs (Cameron et Trivedi, 2009, p. 471). Le premier est le taux de prédictions correctes, basé sur la comparaison des fréquences moyennes observées et prédites par le modèle, pour l'innovation et l'exportation. Cette méthode est détaillée en Annexe 7. Les critères d'Akaike (AIC) et Schwarz (BIC) permettent ensuite de comparer la qualité des spécifications estimées (Greene, 2009, p. 995). Ces différents tests attestent de la qualité de nos estimations.

2.2. Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives relatives à l'estimation jointe de la probabilité d'innover en produit et d'exporter (modèle bi-varié récursif) sont détaillées dans les tableaux 19 et 20. Comme expliqué plus haut, l'échantillon retenu pour étudier cette relation se base sur les deux vagues de l'enquête CIS (CIS4 et CIS5). Le tableau 19 détaille les variables indépendantes expliquant la probabilité d'innover en produit, selon si elles ont effectivement innové ou pas sur la période. Des tests de moyenne bilatéraux sont réalisés, afin d'observer s'il existe une différence moyenne entre les firmes innovantes et non innovantes en produit.

Tableau 19 : Statistiques descriptives relatives aux déterminants de l'innovation de produit

INNOPRODUIT	*INNOPRODUIT* = 0		*INNOPRODUIT* = 1		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**
SUBVTOT	.0995842	.0044305	.529857	.008358	0.0000***
LNTFP_02_04	.0172114	.0029368	.0726812	.003425	0.0000***
LNW_02_04	3.209095	.0043888	3.327979	.0046506	0.0015***
VAGUECIS	.4600569	.0073742	.4519204	.0083342	0.4648
RD_GLOBAL	.2070475	.0059951	.954864	.0034765	0.0000***
LNL_02_04	4.434876	.0153611	5.3228	.0221149	0.0000***
GROUPE	.5526373	.0073568	.7802075	.0069346	0.0000***
EQUIP	.1788137	.0056697	.7118026	.0075846	0.0000***
FORMATION	.1499234	.005282	.6537707	.0079672	0.0000***
PATREG	142.7837	1.342669	163.7605	1.558932	0.0000***
Nb. d'obs.	4569		3567		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les tests de moyenne sont significatifs pour l'ensemble des variables considérées (*Prob.(t=0) < 0,05*), à l'exception de « *VAGUECIS* ». Cela indique que la probabilité moyenne d'innover en produit ne diffère pas entre les deux vagues de l'enquête CIS. Une très vaste majorité des firmes innovantes (95,48 %) reporte une activité de R&D alors que seulement 20,70 % de celles n'ayant pas innové sur la période déclarent de telles dépenses. La même observation peut être effectuée pour les aides à l'innovation. Plus de la moitié des firmes innovantes (52,99 %) ont bénéficié d'une intervention publique, contre seulement 9,96 % de celles n'ayant pas innové sur la période. De même, les firmes innovantes sont plus grandes et font plus souvent partie d'un groupe. Elles sont également, en moyenne, plus productives et distribuent des salaires plus élevés. Elles ont plus fréquemment recours à de la formation dans le domaine de l'innovation et à l'achat d'équipements pour la R&D. Enfin, les firmes innovantes se trouvent dans les régions les plus dynamiques en termes de dépôts de brevets. Le tableau 20 synthétise, quant à lui, les différences entre les firmes exportatrices et non exportatrices.

Tableau 20 : Statistiques descriptives relatives aux déterminants de l'exportation

EXPDUM	*EXPDUM* = 0		*EXPDUM* = 1		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**
INNOPRODUIT	.1978022	.0107857	.4869296	.0060747	0.0000***
SUBVTOT	.1150183	.0086386	.3231428	.005684	0.0000***
LNTFP_04_06	.0179398	.0061024	.0680793	.0025664	0.0000***
LNW_04_06	3.202157	.0079807	3.342239	.0036053	0.0002***
VAGUECIS	.4446886	.0134552	.4588687	.0060562	0.3397
FOREIGN	.2285714	.0113698	.3218136	.0056778	0.0000***
LNK	7.0828	.0454633	8.463329	.0229114	0.0000***
AGEDUM	.0556777	.0062086	.037956	.0023224	0.0026***
EXPDUM_03_05	.159707	.0099191	.9664747	.0021877	0.0000***
INNOPROCEDE	.2534799	.0117784	.4096884	.0059769	0.0000***
Nb. d'obs.	1365		6771		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Là encore, la variable *VAGUECIS* n'indique pas l'existence d'une différence systématique en termes d'exportation entre les deux vagues de l'enquête. Par ailleurs, 48,69 % des firmes exportatrices sont également innovantes, contre seulement 19,78 % des firmes non exportatrices. L'activité d'exportation est également très persistante. 96,65 % des firmes exportatrices à la période *t* l'étaient déjà à la période *t-1*. Cette persistance est confirmée par la matrice de transition de la variable d'exportation, disponible en annexe 8. Par ailleurs, les firmes exportatrices appartiennent plus fréquemment à un groupe international et sont plus âgées. Elles sont également plus productives, disposent d'un stock de capital plus conséquent. Elles distribuent, en moyenne, des salaires plus élevés. La part de firmes ayant réalisé une innovation de procédé sur la période est plus importante parmi celles présentes sur les marchés internationaux.

Comme précisé précédemment, l'analyse bi-variée récursive est étendue, afin de différencier les aides en fonction de leur type. Les estimations sont ainsi répliquées sur deux sous-échantillons. Le tableau 21 distingue les caractéristiques des firmes ayant obtenu une aide directe à l'innovation (échantillon **DIRECT_1**) de celles n'en ayant pas bénéficié (échantillon **DIRECT_0**). De nouveau, des tests de moyenne sont réalisés.

Tableau 21 : Différences entre les firmes ayant bénéficié d'une aide directe ou non

	DIRECT_0		DIRECT_1		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**
Variables dépendantes					
INNOPRODUIT	0,3817	0,4859	0,7528	0,4315	0.0000***
EXPDUM	0,8170	0,3867	0,9171	0,2759	0.0000***
Variables indépendantes, communes aux deux équations					
FISCAL	0,1599	0,3665	0,4791	0,4998	0.0000***
LNTFP_02_04	0,0375	0,1987	0,0638	0,2245	0.0000***
LNTFP_04_06	0,0554	0,2055	0,0836	0,2576	0.0000***
LNW_02_04	3,2472	0,2909	3,3381	0,3008	0.0000***
LNW_04_06	3,3052	0,2994	2,2974	1,0857	0.0000***
VAGUECIS	0,4536	0,4979	0,4734	0,4995	0.1915
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'innovation de produit					
RD_GLOBAL	0,4642	0,4988	0,9275	0,2594	0.0000***
LNL_02_04	4,7281	1,1781	5,3574	1,4863	0.0000***
GROUPE	0,6441	0,4788	0,6989	0,4589	0.0000***
EQUIP	0,3463	0,4758	0,7802	0,4143	0.0000***
FORMATION	0,3166	0,4652	0,6723	0,4696	0.0000***
PATREG	150,4959	91,8829	159,9885	94,6073	0.0000***
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'exportation					
VAGUECIS	.4446886	.0134552	.4588687	.0060562	0.3397
FOREIGN	0,3053	0,4606	0,3116	0,4633	0.6501
LNK	8,0941	1,8618	8,9949	2,0724	0.0000***
AGEDUM	0,0412	0,1988	0,0395	0,1947	0.7761
EXPDUM_03_05	0,8167	0,3869	0,9114	0,2842	0.0000***
INNOPROCEDE	0,3276	0,4694	0,6932	0,4613	0.0000***
Nb. d'obs.	6894		1242		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Plusieurs différences peuvent être constatées. En moyenne, les firmes ayant bénéficié d'aides directes à l'innovation sont plus innovantes en produit (*INNOPRODUIT*) et plus exportatrices (*EXPDUM*). Elles sont également significativement plus productives (*LNTFP*). Par ailleurs, 47,91 % des firmes ayant obtenu une aide directe ont également bénéficié d'un dispositif fiscal (*FISCAL)* contre seulement 15,99 % de celles n'ayant pas été financées par ce biais. Les firmes ayant bénéficié d'aides directes ont également une plus forte propension à investir en R&D (*RD_GLOBAL*). 92,75 % des firmes ayant bénéficié d'une intervention directe ont investi en R&D sur la période. De nouveau, pour **DIRECT_0** et **DIRECT_1**, les caractéristiques des firmes innovantes en produit (exportatrices) sont, en moyenne,

significativement différentes de celles qui n'innovent (n'exportent) pas. La variable *VAGUECIS*, en revanche, requiert plus d'attention. Pour **DIRECT_0** la proportion de firmes innovantes en produit et exportatrices ne diffère pas significativement entre les deux vagues de l'enquête CIS. Pour **DIRECT_1**, il existe une différence moyenne significative entre les deux vagues de l'enquête CIS, en termes d'innovation de produit. Cela implique qu'il y a une proportion significativement plus importante de firmes innovantes en produit au sein de l'enquête CIS5, en comparaison de CIS4. Ainsi, les résultats obtenus pour ce sous-échantillon devront être interprétés avec prudence.

2.3. Résultats de l'analyse bi-variée récursive

2.3.1. Spécifications du modèle

L'analyse bi-variée récursive estimée ci-après vise à tester la proposition 1 (*les aides à l'innovation impactent la relation causale entre la probabilité d'innover en produit et d'exporter*), ainsi que la proposition 2 (*les aides à l'innovation impactent directement les décisions stratégiques d'exportation des firmes*). La spécification de l'équation d'innovation est directement issue de la littérature empirique sur le sujet. Plusieurs spécifications de l'équation d'exportation sont étudiées. Elles intègrent différentes combinaisons de variables permettant d'expliquer l'hétérogénéité des firmes en exportation.

Le modèle 1 s'intéresse uniquement à l'effet de la productivité de la firme (*LNTFP*) sur sa probabilité d'exporter. Cette première spécification se place directement dans la lignée des travaux de Melitz (2003). Pour rappel, selon ces modèles, l'hétérogénéité entre les firmes en matière d'exportation est uniquement liée à leur productivité *ex ante*.

Le modèle 2 intègre la possibilité que l'innovation de produit impacte la probabilité que la firme exporte sur le court terme. Ainsi, l'innovation de produit (*INNOPRODUIT*) est introduite dans l'équation d'exportation comme une source d'hétérogénéité supplémentaire de la firme. Cette seconde spécification vise à observer l'existence d'un lien causal entre innovation de produit et exportation (Ganotakis et Love, 2009 ; Caldera, 2010 et Golovko et Valentini, 2011, en particulier). Cette spécification permet ainsi d'étudier l'effet des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation de produit et exportation (proposition 1).

Le modèle 3 intègre l'activité d'exportation passée de la firme (*EXP_DUM_TM1*). Cette variable constitue un déterminant majeur de la probabilité que la firme exporte à la période *t*. La littérature, théorique comme empirique, insiste sur la persistance de l'exportation

(Basile, 2001 ; Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013). Les deux spécifications précédentes ne permettent pas de corriger l'hétérogénéité inobservée liée à la présence d'un effet temporel.

Le modèle 4 inclut les aides à l'innovation (*SUBVTOT*) en tant que déterminant de la probabilité d'exporter. Les spécifications précédentes ne considèrent pas l'existence d'un impact direct et simultané des aides à l'innovation sur la probabilité que la firme exporte (proposition 2).

Les modèles 5 et 6 considèrent deux autres déterminants de l'activité d'exportation : le niveau de salaire (*LNW_04_06*) et l'introduction d'innovation de procédé (*INNOPROCEDE*). Ils contribuent à améliorer l'exhaustivité du modèle présenté.

Le modèle 7 étudie la forme fonctionnelle des principales variables continues. L'idée est que les effets relatifs à la taille de la firme, à sa productivité et au niveau de salaire sur les probabilités d'innover en produit et d'exporter, peuvent ne pas être linéaires. Parmi les différentes combinaisons testées, un effet non linéaire est identifié pour le niveau de salaire, en tant que déterminant de l'innovation de produit.

Le modèle 8 considère l'existence d'une colinéarité entre l'investissement en R&D, le fait de faire de la formation en R&D et l'achat d'équipements relatifs à l'activité d'innovation. Conformément à la méthodologie détaillée ci-dessus, des variables croisées sont intégrées au sein de l'équation d'innovation. Ce dernier modèle constitue ainsi la spécification de référence. Il intègre l'ensemble des effets étudiés et prend en compte les différentes sources d'hétérogénéité inobservée identifiées précédemment.

Les résultats de l'analyse bi-variée récursive sur l'échantillon complet (n=8136) sont détaillés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Variable dépendante : **INNOPRODUIT** *(14 variables sectorielles incluses)*								
SUBVTOT	0.220	0.232	0.226	0.225	0.225	0.225	0.227	0.182
	[0.047]***	[0.047]***	[0.047]***	[0.047]***	[0.047]***	[0.047]***	[0.047]***	[0.045]***
LNTFP_02_04	0.201	0.203	0.203	0.203	0.203	0.204	0.193	0.260
	[0.126]	[0.125]	[0.125]	[0.125]	[0.125]	[0.125]	[0.124]	[0.125]**
LNW_02_04	0.273	0.304	0.286	0.285	0.285	0.286	1.981	2.174
	[0.085]***	[0.085]***	[0.085]***	[0.085]***	[0.085]***	[0.085]***	[0.691]***	[0.677]***
LNW2_02_04							-0.253	-0.279
							[0.103]**	[0.100]***
VAGUECIS	-0.140	-0.136	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.143	-0.109
	[0.040]***	[0.040]***	[0.040]***	[0.040]***	[0.040]***	[0.040]***	[0.040]***	[0.041]***
RD_GLOBAL	1.947	1.979	1.972	1.971	1.971	1.973	1.971	2.721
	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.078]***
LNL_02_04	0.111	0.110	0.109	0.109	0.109	0.109	0.108	0.121
	[0.018]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***
GROUPE	0.148	0.136	0.142	0.142	0.142	0.141	0.139	0.134
	[0.048]***	[0.047]***	[0.048]***	[0.048]***	[0.048]***	[0.048]***	[0.048]***	[0.050]***
EQUIP	0.446	0.424	0.437	0.438	0.438	0.437	0.436	1.548
	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.142]***
FORMATION	0.277	0.260	0.270	0.271	0.271	0.270	0.268	1.049
	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.049]***	[0.178]***
PATREG	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]
FORMEQUIP								-0.323
								[0.103]***
EQUIPRD								-1.236
								[0.157]***
FORMRD								-0.737
								[0.162]***
CONSTANTE	-3.147	-3.249	-3.190	-3.187	-3.186	-3.191	-5.998	-6.954
	[0.270]***	[0.270]***	[0.270]***	[0.270]***	[0.270]***	[0.270]***	[1.165]***	[1.151]***
Variable dépendante : **EXPDUM** *(14 variables sectorielles incluses)*								
LNTFP_04_06	0.856	0.732	0.494	0.498	0.429	0.433	0.430	0.425
	[0.128]***	[0.117]***	[0.125]***	[0.125]***	[0.134]***	[0.135]***	[0.135]***	[0.135]***
FOREIGN	-0.003	-0.026	-0.072	-0.065	-0.067	-0.073	-0.074	-0.075
	[0.042]	[0.043]	[0.056]	[0.056]	[0.056]	[0.056]	[0.056]	[0.056]
LNK_04_06	0.293	0.247	0.153	0.152	0.147	0.148	0.148	0.146
	[0.013]***	[0.014]***	[0.016]***	[0.016]***	[0.017]***	[0.017]***	[0.017]***	[0.017]***
AGEDUM	-0.012	-0.038	0.058	0.055	0.050	0.060	0.061	0.062
	[0.088]	[0.088]	[0.128]	[0.128]	[0.128]	[0.127]	[0.127]	[0.127]
VAGUECIS	-0.030	-0.003	-0.004	-0.010	-0.013	-0.017	-0.016	-0.014
	[0.036]	[0.036]	[0.050]	[0.050]	[0.051]	[0.051]	[0.051]	[0.051]
INNOPRODUIT		0.611	0.288	0.228	0.226	0.346	0.366	0.413
		[0.054]***	[0.075]***	[0.088]***	[0.088]**	[0.105]***	[0.105]***	[0.103]***
EXPDUM_03_05			2.643	2.642	2.639	2.636	2.634	2.630
			[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***	[0.054]***
SUBVTOT				0.095	0.095	0.102	0.095	0.094
				[0.057]*	[0.057]*	[0.057]*	[0.057]*	[0.057]*
LNW_04_06					0.109	0.092	0.092	0.090
					[0.095]	[0.095]	[0.095]	[0.095]
INNOPROCEDE						-0.155	-0.161	-0.188
						[0.071]**	[0.071]**	[0.074]**
CONSTANTE	-1.388	-1.301	-2.299	-2.291	-2.582	-2.579	-2.530	-2.520
	[0.125]***	[0.124]***	[0.166]***	[0.166]***	[0.304]***	[0.220]***	[0.304]***	[0.304]***
Observations	8136	8136	8136	8136	8136	8136	8136	8136
ρ	0.132	-0.202	-0.042	-0.010	-0.010	-0.073	-0.092	-0.138
	[0.034]***	[0.044]***	[0.061]	[0.068]	[0.068]	[0.074]	[0.074]	[0.073]*
LL	-5809.78	-5748.35	-4146.38	-4145.65	-4142.75	-4140.38	-4139.37	-3988.25
pred. correctes	67,53 %	68,90 %	80,33 %	80,32 %	80,33 %	80,31 %	80,36 %	80,53 %
AIC	11707.56	11586.69	8384.754	8384.297	8386.099	8383.13	8378.744	8082.509
BIC	12015.74	11901.87	8706.941	8714.488	8722.293	8726.329	8728.947	8453.724

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

2.3.2. Indicateurs de la qualité des estimations

La statistique ρ issue du « *wald test du chi2* » indique une forte corrélation entre les termes d'erreur pour les modèles 1 et 2, ainsi que pour le modèle 8 (au risque de 10 %). D'une part, l'intégration de l'exportation passée permet de capter une partie de l'hétérogénéité inobservée liée à l'existence d'un effet temporel. D'autre part, la prise en compte du biais de multicolinéarité permet de purger une fraction supplémentaire de l'hétérogénéité inobservée. Pour ce dernier modèle complet, le recours à une estimation simultanée des équations d'innovation et d'exportation est nécessaire. Ce test justifie ainsi le recours à une estimation bi-variée récursive. Il n'aurait pas été possible d'estimer deux modèles « probits » simples sans biaiser les résultats.

Concernant la qualité des estimations, plusieurs constats peuvent être effectués. Premièrement, le pourcentage de prédictions correctes est systématiquement compris entre 67,53 % et 80,53 %. Les modèles estimés sont de bonne qualité, puisque le taux est largement supérieur à la « prédiction naïve » (25 %). Cela soutient la qualité des modèles estimés. Cet indicateur permet également de comparer le pouvoir explicatif des différentes spécifications. Deux disparités doivent être soulignées. Tout d'abord, l'intégration de la variable d'exportation passée dans la seconde équation (modèle 3) induit une forte amélioration de la qualité de l'estimation. Le taux de prédictions correctes augmente de 11,43 points de pourcentage. L'amélioration du pouvoir prédictif du modèle est également confirmée par les critères AIC et BIC qui diminuent fortement lorsque l'exportation passée est prise en compte. Les différents indicateurs de qualité sont relativement équivalents pour les modèles 3 à 7. La qualité du modèle s'améliore de nouveau lorsque la colinéarité entre *les inputs* de l'activité d'innovation est prise en compte (modèle 8). Cela souligne l'utilité de la correction mise en œuvre.

Enfin, deux des trois instruments inclus dans l'estimation sont significatifs. Le fait d'acheter des équipements pour innover, ainsi que d'investir dans la formation des salariés, a un effet positif sur la probabilité d'innover en produit. A l'inverse, appartenir à une région plus active en termes de dépôts de brevets n'influence pas la probabilité d'innover en produit. Cette absence d'effet peut provenir de l'utilisation du nombre de brevets comme mesure de l'innovation. Celle-ci ne permet pas de rendre compte de la part d'innovation de produit n'ayant pas fait l'objet d'un dépôt de brevet.

2.3.3. Résultats de l'analyse bi-variée récursive, sur l'échantillon total

Les résultats du **modèle 1** montrent que les firmes exportatrices sont les plus productives (*LNTFP*). Ce résultat s'inscrit dans la lignée des travaux de Melitz (2003). Seules les firmes les plus productives s'auto-sélectionnent en exportation. Ces dernières espèrent obtenir des profits plus importants sur les marchés internationaux. Elles sont alors plus incitées à payer les coûts fixes, irrécouvrables, nécessaires au démarrage de l'activité d'exportation. En revanche, l'effet de la productivité sur l'innovation est significatif uniquement dans le modèle 8, lorsque la multicolinéarité est prise en compte. Ainsi, l'effet d'auto-sélection des firmes dans l'activité d'innovation apparaît positif, bien que non robuste. Ce résultat est en cohérence avec la littérature théorique (Constantini et Melitz, 2007) et empirique sur le sujet (Caldera, 2010 ; Cassiman *et al.* 2010 ; Cassiman et Golovko, 2011). L'absence de robustesse constatée peut être imputée au lien entre R&D (*input*) et innovation de produit (*output*). Comme évoqué dans le chapitre 2, la réussite du projet d'innovation comporte une part d'incertitude. Ainsi, une firme peut s'auto-sélectionner en R&D mais ne pas innover en produit par la suite. Le lien entre productivité et innovation de produit serait alors principalement indirect.

Concernant le **modèle 2**, innover en produit sur la période (*INNOPRODUIT*) impacte positivement l'activité d'exportation. Ce résultat est robuste, quelle que soit la spécification considérée. Il se place dans la lignée des modèles existants et corrobore la plupart des travaux empiriques. Tout d'abord, les firmes innovantes en produit anticipent des profits plus importants sur les marchés internationaux (Constantini et Melitz, 2007). Elles sont ainsi plus largement incitées à exporter. Elles disposent en effet d'un monopole temporaire qu'elles peuvent exploiter sur les marchés étrangers (Vernon, 1966). Celui-ci permet aux firmes innovantes en produit de se différencier de leurs rivales (Caldera, 2010). D'autre part, les firmes innovantes disposent d'une plus forte capacité à mettre en place des technologies nouvelles (Wakelin, 1998b). Ces deux arguments permettent de conclure que les firmes innovantes disposent d'un « avantage technologique » (Wakelin, *ibid.*). Ce dernier, détenu sur le marché domestique, peut être répliqué à l'international pour un coût marginal faible. Cela conforte l'idée selon laquelle l'innovation est, au-delà de la productivité, un facteur d'hétérogénéité déterminant dans la décision de débuter ou de continuer une activité d'exportation. La simultanéité entre les mesures d'innovation de produit et d'exportation indique également que les deux décisions ne sont pas indépendantes.

Ce modèle montre par ailleurs que bénéficier d'une aide indifférenciée (*SUBVTOT*) à l'innovation impacte positivement la probabilité d'innover en produit. Ce résultat est

conforme à la littérature antérieure sur le sujet (Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki *et. al.* 2011 ; Hottenrott et Lopes-Bento, 2014). L'innovation de produit augmente à son tour la probabilité d'exporter sur le court terme. Ainsi, les aides à l'innovation impactent la relation causale entre l'innovation de produit et l'exportation. **Ce résultat supporte la** proposition 1. Cet effet est vérifié pour l'ensemble des spécifications étudiées. D'une part, l'intervention publique contribue à la réussite des projets d'innovation de produit subventionnés. Les firmes sont ensuite incitées à exporter l'innovation de produit ainsi obtenue à court terme. Elles maximisent ainsi le profit lié au monopole temporaire dont elles bénéficient. D'autre part, les aides à l'innovation permettent aux firmes de développer leur capacité à mettre en place de nouvelles technologies. Les dispositifs publics en faveur de l'innovation induisent alors une amélioration de l'« avantage technologique » dont disposent les firmes.

Le **modèle 3** montre que l'activité d'exportation est persistante. Avoir exporté l'année précédente (*EXPDUM_03_05*) augmente significativement la probabilité d'exporter à la période t. Ce résultat est conforme à la littérature (Roberts et Tybout, 1997). Les firmes ayant déjà payé le coût irrécouvrable pour entrer sur les marchés internationaux ont tendance à poursuivre cette activité afin de ne pas avoir à le repayer.

Le **modèle 4** intègre l'impact des aides à l'innovation (*SUBVTOT*) dans l'équation d'exportation. Obtenir une aide à l'innovation au cours de la période améliore significativement la probabilité d'exporter (au risque de 10 %). Ce résultat indique donc que les aides à l'innovation impactent directement l'exportation, lorsque la relation endogène entre innovation de produit et exportation est contrôlée. **Ce résultat corrobore ainsi la** proposition 2. Il permet d'envisager l'existence de décisions jointes en R&D et exportation. Ainsi, bénéficier d'une aide à l'innovation permet d'inciter la firme à investir en R&D. Cette dernière, anticipant les retours positifs liés à une augmentation de sa productivité future, a une plus forte probabilité d'exporter simultanément. D'une part, la réduction du coût fixe à l'innovation induite par les aides à l'innovation peut inciter la firme à utiliser le budget supplémentaire dont elle dispose pour payer le coût fixe à l'exportation. D'autre part, si les coûts fixes payés par la firme pour innover et exporter ne sont pas indépendants, réduire le coût fixe à l'innovation entrainera une diminution du coût d'entrée sur les marchés internationaux.

Le modèle 5 montre que le niveau de salaire (*LNW*) constitue un déterminant de l'innovation de produit, mais non de l'exportation. Cette différence peut s'expliquer par la nécessité, pour les firmes innovantes, de proposer une rémunération élevée aux salariés impliqués dans

l'activité d'innovation. Elles cherchent à être plus attractives sur le marché du travail et à recruter des employés plus compétents (Caldera, 2010 ; Becker et Egger, 2013).

Les résultats du **modèle 6** montrent qu'innover en procédé (*INNOPROCEDE*) impacte négativement l'activité d'exportation sur le court terme. Au sein des travaux empiriques récents, plusieurs auteurs notent également l'absence d'effet de l'innovation de procédé sur l'exportation (Cassiman *et. al*, 2010 ; Lamotte et Colovic, 2013). Ce résultat peut être expliqué par l'existence d'un délai entre l'innovation de procédé et son impact réel sur la productivité de la firme. Les firmes qui développent des innovations de procédé doivent d'abord les mettre en place en interne avant de bénéficier de leurs effets.

Le **modèle 7** prend en compte la non linéarité du salaire. L'effet du salaire sur l'innovation de produit est positif, à taux décroissant. Cela signifie que l'augmentation de la probabilité d'innover induite par une unité supplémentaire de salaire est de moins en moins importante. Cela suggère également que les compétences du salarié n'augmentent pas proportionnellement avec la rémunération qui lui est proposée. Une autre explication est liée au caractère incertain de l'activité d'innovation. Disposer de salariés plus compétents ne permet pas de garantir le succès du projet d'innovation. Par exemple les salariés les mieux payés peuvent être affectés à des projets de recherche éloignés du marché (recherche fondamentale) présentant, par définition, des taux d'échec plus élevés.

Enfin, **le modèle 8** intègre les liens entre les inputs de l'activité d'innovation (*FORMATION*, *EQUIP* et *RD_GLOBAL*). Les coefficients des variables croisées sont significatifs. Cela indique une colinéarité entre ces trois variables. Jusqu'ici, le modèle était mal spécifié, du fait de l'existence de variables omises. La correction effectuée permet alors de prendre en compte ce lien, et d'améliorer la qualité du modèle estimé. Intégrer les variables croisées n'impacte pas le signe et la significativité des autres variables intégrées dans l'équation d'innovation de produit.

En marge de ces résultats, d'autres constats peuvent être effectués. Tout d'abord, faire de la R&D (*RD_GLOBAL*), impacte positivement la probabilité d'innover en produit. Ce résultat est très cohérent, dans la mesure où la R&D constitue un des déterminants principaux de l'innovation (Griliches, 2007). De même, la taille de la firme (*LNL*) et l'appartenance à un groupe domestique (*GROUPE*) ont un impact positif sur la probabilité d'innover. Les plus grandes firmes peuvent en effet disposer d'un département spécifique de R&D, et mettre en œuvre plusieurs projets d'innovation simultanément (Acs et Audretsch, 1987 ; Audretsch et Acs, 1991 ; Cassiman et Golovko, 2011). A l'inverse, faire partie d'un groupe étranger

(*FOREIGN*) n'a pas d'effet significatif sur la probabilité d'exporter. Les firmes ayant un niveau de capital plus important (*LNK*) ont une probabilité plus forte d'exporter. Une firme disposant de capitaux plus élevés bénéficie d'une situation financière plus stable. Elle est, de ce fait, plus incitée à payer le coût fixe pour entrer sur le marché de l'exportation. Ces résultats sont robustes, quelle que soit la spécification du modèle. Enfin, le fait d'être une jeune firme (moins de trois ans, *AGEDUM*) n'impacte pas significativement la probabilité d'exporter. Ce résultat tend à supporter les conclusions de Gkypali *et. al.* (2015). La dernière variable présente dans les deux équations permet de distinguer les vagues de l'enquête CIS incluses dans l'échantillon (*VAGUECIS)*. Celle-ci est significative pour l'équation d'innovation de produit, mais pas pour celle d'exportation. Ainsi, en moyenne et toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'innover est dépendante de la période considérée. Les firmes issues de l'enquête CIS5 ont une probabilité plus faible d'innover. Ce résultat peut indiquer un biais dans les résultats, lié à l'utilisation de deux vagues distinctes de l'enquête CIS.
Le choix d'utiliser deux vagues de l'enquête CIS de manière indifférenciée permet d'obtenir des résultats ayant une forte validité externe. La validité interne des résultats doit néanmoins être considérée avec attention. En effet, une partie des firmes est présente dans les deux vagues de l'enquête. De plus, celles qui répondent à chaque vague de l'enquête sont les plus grandes firmes. Enfin, le CIR a été réformé en 2004. L'effet des aides à l'innovation pourrait alors différer entre les vagues 2002–2004 et 2004-2006. En guise de test de robustesse, les estimations ont été répliquées sur chacune des deux sous périodes. Les résultats, présentés en annexe 9, montrent que l'existence d'un effet des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes (propositions 1 et 2) n'est pas dépendante de la période étudiée. Ce test permet ainsi de conclure que les résultats présentés sont robustes, et disposent d'une forte validité interne.

En résumé, les différents modèles estimés permettent de conclure à l'existence d'un effet causal des aides à l'innovation sur la relation entre l'innovation de produit et l'exportation (proposition 1) ainsi qu'un effet direct des aides sur l'activité d'exportation (proposition 2). Jusqu'ici, l'intervention publique en faveur de l'innovation a été considérée de manière indifférenciée. Suivant les recommandations présentées dans le chapitre 2, les différents types d'aides à l'innovation peuvent avoir un impact hétérogène sur l'exportation. La sous-section suivante propose donc une extension de l'analyse menée jusqu'ici en confortant l'analyse selon le type d'aide à l'innovation obtenu par la firme.

2.4. Extension de l'analyse : les spécificités des incitations fiscales à l'innovation

Cette extension vise à différencier les aides à l'innovation en fonction de leur type. Pour ce faire, cette analyse se concentre sur les spécificités des aides fiscales à l'innovation. En effet, celles-ci constituent le principal instrument utilisé par les décideurs publics. Les aides directes sont intégrées par le biais de sous-échantillons (Cf. tableau 14). Les modèles 1 à 8 sont tout d'abord répliqués pour le sous-échantillon **DIRECT_0**, puis pour le sous-échantillon **DIRECT_1**. Les résultats de l'estimation bi-variée récursive sont présentés dans le tableau 23 pour **DIRECT_0** et dans le tableau 24 pour **DIRECT_1**.

Les coefficients de corrélation bi-variés entre les variables indépendantes incluses dans l'équation d'innovation de produit et d'exportation sont présentés en annexe 10. Pour le sous-échantillon **DIRECT_0**, un risque de multicolinéarité entre les variables *RD_GLOBAL, EQUIP* et *FORMATION* est de nouveau identifié. En revanche, pour **DIRECT_1**, aucun coefficient de corrélation ne dépasse le seuil choisi. Aucun biais de multicolinéarité n'est suspecté. Ainsi, pour ce sous échantillon, le modèle 8 n'est pas estimé.

Ici encore, les différents indicateurs permettent de conclure que les modèles sont de bonne qualité. Les taux de prédictions correctes sont très supérieurs à la supposition naïve (25 %). Le Wald test du Chi2 indique pour **DIRECT_0** que le traitement de l'endogénéité est nécessaire que lorsque l'exportation passée n'est pas intégrée au sein de l'équation d'innovation. Pour les modèles 3 à 6, il aurait ainsi été possible d'utiliser des modèles de type « probit » de manière indépendante. En revanche, pour **DIRECT_1**, l'endogénéité doit être corrigée pour l'ensemble des spécifications présentées. Pour l'échantillon **DIRECT_0**, deux instruments sont, ici encore, significatifs. Le fait d'acheter des équipements et de faire de la formation pour innover a un effet positif sur la probabilité d'innover en produit. Cependant, pour l'échantillon **DIRECT_1**, seul l'achat d'équipements impacte l'innovation de produit. Cette observation incite de nouveau à la prudence dans la lecture des résultats pour ce dernier échantillon.

Tableau 23 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive sous-échantillon DIRECT_0

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Variable dépendante : INNOPRODUIT *(14 variables sectorielles incluses)*								
FISCAL	0.345	0.356	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.358
	[0.063]***	[0.063]***	[0.063]***	[0.063]***	[0.063]***	[0.063]***	[0.063]***	[0.061]***
LNTFP_02_04	0.358	0.363	0.359	0.359	0.359	0.361	0.353	0.456
	[0.156]**	[0.155]**	[0.156]**	[0.156]**	[0.156]**	[0.155]**	[0.155]**	[0.155]***
LNW_02_04	0.215	0.240	0.222	0.222	0.222	0.222	1.478	1.766
	[0.099]**	[0.098]**	[0.099]**	[0.099]**	[0.099]**	[0.099]**	[0.750]**	[0.743]**
LNW2_02_04							-0.187	-0.231
							[0.111]*	[0.110]**
VAGUECIS	-0.110	-0.104	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.112	-0.080
	[0.045]**	[0.045]**	[0.045]**	[0.045]**	[0.045]**	[0.045]**	[0.046]**	[0.048]*
RD_GLOBAL	1.987	2.015	2.005	2.005	2.005	2.006	2.004	2.780
	[0.059]***	[0.059]***	[0.059]***	[0.059]***	[0.059]***	[0.059]***	[0.059]***	[0.083]***
LNL_02_04	0.097	0.099	0.096	0.096	0.096	0.096	0.095	0.107
	[0.021]***	[0.021]***	[0.021]***	[0.021]***	[0.021]***	[0.021]***	[0.021]***	[0.022]***
GROUPE	0.134	0.119	0.129	0.129	0.129	0.128	0.128	0.115
	[0.054]**	[0.053]**	[0.054]**	[0.054]**	[0.054]**	[0.054]**	[0.054]**	[0.058]**
EQUIP	0.484	0.463	0.479	0.479	0.479	0.478	0.478	1.714
	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.149]***
FORMATION	0.305	0.288	0.301	0.301	0.301	0.300	0.298	1.217
	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.188]***
PATREG	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]	[0.0002]
FORMEQUIP								-0.441
								[0.116]***
EQUIPRD								-1.361
								[0.166]***
FORMRD								-0.852
								[0.173]***
CONSTANTE	-2.996	-3.078	-3.019	-3.018	-3.018	-3.019	-5.097	-6.193
	[0.309]***	[0.308]***	[0.309]***	[0.309]***	[0.309]***	[0.309]***	[1.268]***	[1.267]***
Variable dépendante : EXPDUM *(14 variables sectorielles incluses)*								
LNTFP_04_06	1.022	0.879	0.616	0.615	0.556	0.552	0.550	0.540
	[0.125]***	[0.124]***	[0.156]***	[0.156]***	[0.179]***	[0.179]***	[0.179]***	[0.179]***
VAGUECIS	-0.022	0.002	0.001	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.002
	[0.038]	[0.039]	[0.053]	[0.053]	[0.053]	[0.053]	[0.053]	[0.053]
FOREIGN	0.007	-0.021	-0.062	-0.060	-0.062	-0.066	-0.066	-0.069
	[0.045]	[0.045]	[0.059]	[0.059]	[0.059]	[0.059]	[0.059]	[0.059]
LNK_04_06	0.297	0.257	0.164	0.163	0.159	0.160	0.160	0.158
	[0.014]***	[0.015]***	[0.018]***	[0.018]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***	[0.019]***
AGEDUM	-0.017	-0.035	0.055	0.054	0.052	0.057	0.057	0.059
	[0.092]	[0.092]	[0.132]	[0.132]	[0.132]	[0.132]	[0.132]	[0.131]
INNOPRODUIT		0.548	0.224	0.199	0.200	0.284	0.297	0.363
		[0.058]***	[0.082]***	[0.091]**	[0.091]**	[0.114]**	[0.113]***	[0.111]***
EXPDUM_03_05			2.648	2.647	2.645	2.644	2.643	2.638
			[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***	[0.057]***
FISCAL				0.103	0.101	0.101	0.095	0.092
				[0.061]*	[0.060]*	[0.060]*	[0.063]	[0.064]
LNW_04_06					0.071	0.064	0.064	0.063
					[0.106]	[0.107]	[0.107]	[0.107]
INNOPROCEDE						-0.099	-0.104	-0.140
						[0.079]	[0.079]	[0.082]*
CONSTANT	-1.493	-1.390	-2.440	-2.433	-2.618	-2.596	-2.594	-2.586
	[0.132]***	[0.133]***	[0.180]***	[0.181]***	[0.327]***	[0.328]***	[0.328]***	[0.328]***
Observations	6894	6894	6894	6894	6894	6894	6894	6894
ρ	0.097	-0.203	0.001	0.014	0.013	-0.033	-0.044	-0.108
	[0.038]***	[0.049]***	[0.069]	[0.074]	[0.074]	[0.082]	[0.082]	[0.081]
LL	-4877.49	-4833.84	-3391.19	-3391.04	-3390.83	-3388.14	-3386.80	-3229.16
pred. correctes	67,23 %	68,44 %	81,26 %	81,24 %	81,26 %	81,27 %	81,26 %	81,49 %
AIC	9842.971	9759.58	6874.002	6873.073	6877.653	6878.061	6873.605	6564.325
BIC	10143.86	10067.31	7188.556	7197.478	7205.897	7213.143	7215.511	6926.76

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Tableau 24 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive, sous-échantillon DIRECT_1

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Variable dépendante : INNOPRODUIT *(14 variables sectorielles incluses)*							
FISCAL	0.393	0.430	0.415	0.413	0.413	0.414	0.419
	[0.095]***	[0.093]***	[0.095]***	[0.095]***	[0.095]***	[0.095]***	[0.095]***
LNTFP_02_04	-0.226	-0.205	-0.226	-0.226	-0.224	-0.227	-0.260
	[0.263]	[0.252]	[0.263]	[0.263]	[0.262]	[0.263]	[0.262]
LNW_02_04	0.345	0.385	0.404	0.403	0.396	0.394	3.558
	[0.199]*	[0.187]**	[0.197]**	[0.198]**	[0.198]**	[0.198]**	[1.468]**
LNW2_02_04							-0.471
							[0.209]**
VAGUECIS	-0.251	-0.260	-0.260	-0.260	-0.260	-0.260	-0.262
	[0.087]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.087]***
RD_GLOBAL	1.150	1.168	1.198	1.199	1.200	1.198	1.194
	[0.166]***	[0.166]***	[0.165]***	[0.165]***	[0.165]***	[0.165]***	[0.165]***
LNL_02_04	0.119	0.110	0.112	0.112	0.113	0.113	0.112
	[0.041]***	[0.040]***	[0.041]***	[0.041]***	[0.041]***	[0.041]***	[0.041]***
GROUPE	0.167	0.190	0.173	0.173	0.173	0.173	0.164
	[0.105]	[0.103]*	[0.105]*	[0.105]*	[0.105]*	[0.105]*	[0.105]
EQUIP	0.191	0.189	0.188	0.188	0.189	0.193	0.189
	[0.113]*	[0.110]*	[0.113]*	[0.113]*	[0.113]*	[0.113]*	[0.112]*
FORMATION	0.121	0.107	0.108	0.109	0.109	0.112	0.114
	[0.096]	[0.093]	[0.096]	[0.096]	[0.096]	[0.096]	[0.096]
PATREG	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	[0.001]	[0.001]	[0.001]	[0.001]	[0.001]	[0.001]	[0.001]
CONSTANTE	-2.278	-2.404	-2.500	-2.498	-2.478	-2.471	-7.739
	[0.640]***	[0.607]***	[0.629]***	[0.631]***	[0.632]***	[0.633]***	[2.553]***
Variable dépendante : EXPDUM *(14 variables sectorielles incluses)*							
LNTFP_04_06	0.324	0.230	0.111	0.109	0.063	0.106	0.092
	[0.194]*	[0.174]	[0.263]	[0.263]	[0.299]	[0.330]	[0.335]
VAGUECIS	-0.079	-0.001	-0.044	-0.045	-0.048	-0.091	-0.090
	[0.115]	[0.113]	[0.159]	[0.159]	[0.159]	[0.157]	[0.156]
FOREIGN	0.053	-0.008	-0.027	-0.026	-0.030	-0.037	-0.040
	[0.130]	[0.128]	[0.162]	[0.163]	[0.163]	[0.167]	[0.166]
LNK_04_06	0.216	0.151	0.164	0.163	0.154	0.178	0.176
	[0.031]***	[0.032]***	[0.041]***	[0.043]***	[0.047]***	[0.048]***	[0.048]***
AGEDUM	-0.175	-0.226	-0.028	-0.026	-0.036	0.024	0.022
	[0.263]	[0.245]	[0.436]	[0.435]	[0.434]	[0.457]	[0.456]
INNOPRODUIT		1.354	0.883	0.858	0.832	0.762	0.831
		[0.236]***	[0.334]***	[0.356]**	[0.366]**	[0.391]*	[0.366]**
EXPDUM_03_05			2.593	2.597	2.602	2.650	2.627
			[0.207]***	[0.209]***	[0.208]***	[0.207]***	[0.207]***
FISCAL				0.035	0.037	0.040	0.029
				[0.182]	[0.182]	[0.187]	[0.185]
LNW_04_06					0.154	0.126	0.116
					[0.299]	[0.305]	[0.299]
INNOPROCEDE						-0.425	-0.417
						[0.189]**	[0.189]**
CONSTANT	-0.513	-1.082	-1.642	-1.627	-2.034	-1.791	-1.782
	[0.327]	[0.321]***	[0.452]***	[0.469]***	[0.927]**	[0.938]*	[0.926]*
Observations	1242	1242	1242	1242	1242	1242	1242
ρ	0.245	-0.582	-0.435	-0.421	-0.404	-0.367	-0.420
	[0.077]***	[0.183]***	[0.203]**	[0.217]*	[0.222]*	[0.244]	[0.232]*
LL	-855.74-	-845.81	-700.27	-700.05	-699.92	-697.51	-695.50
pred. correctes	70,05 %	70,13 %	74,96 %	75,04 %	74,96 %	75,04 %	75,20 %
AIC	1799.857	1781.615	1492.544	1494.508	1496.312	1493.018	1491.006
BIC	2025.334	2012.217	1728.27	1735.358	1742.287	1744.117	1747.23

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Quatre constats principaux peuvent être effectués. Premièrement, pour l'échantillon **DIRECT_0,** les firmes s'auto-sélectionnent à la fois en innovation de produit et en exportation (*LNTFP*) contrairement aux firmes ayant bénéficié d'aides directes. Aucun effet d'auto-sélection n'est observé pour l'échantillon **DIRECT_1.** Une première explication est que les aides directes à l'innovation n'induisent pas les firmes les plus productives à s'auto-sélectionner en innovation comme en exportation. En effet, bénéficier d'une aide directe à l'innovation peut inciter les firmes les plus productives à investir dans des projets d'innovation plus risqués et plus éloignés du marché (Czarnitzki et Licht 2006 ; Aschhoff, 2010). Ces derniers ont alors une probabilité plus faible d'aboutir. A l'inverse, les firmes n'ayant pas bénéficié d'aides directes peuvent avoir principalement mené des projets de R&D « proches du marché », qui présentent un taux d'échec plus faible. L'auto-sélection de la firme en R&D (*input*) a alors un effet direct sur la réussite du projet d'innovation de produit. Un second argument est lié aux priorités des décideurs publics. Ces derniers peuvent en effet sélectionner uniquement des firmes ayant des niveaux de productivité proches. Cet argument est particulièrement vrai si les décideurs publics adoptent une stratégie de « sélection des gagnants » (Blanes et Busom, 2004). Ainsi, les différences de productivité entre les firmes sont captées par le choix d'échantillonnage.

Deuxièmement, innover en produit (*INNOPRODUIT*) impacte positivement la probabilité que la firme exporte pour chaque sous échantillon. Cet impact est robuste pour l'ensemble des spécifications considérées. L'innovation de produit constitue ici encore un déterminant essentiel de l'exportation sur le court terme, que la firme ait obtenu ou non une aide directe à l'innovation.

Troisièmement, les aides à l'innovation impactent la relation causale entre innovation de produit et exportation, que les firmes aient bénéficié ou non d'une aide directe. **De nouveau, ce résultat soutient la** proposition 1. Bénéficier d'un dispositif fiscal en faveur de l'innovation impacte positivement la probabilité d'innover en produit sur la période qui impacte ensuite la probabilité que la firme exporte. Observer un effet des aides à l'innovation sur l'innovation de produit est, ici encore, en cohérence avec la littérature empirique sur le sujet. (Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki *et al.,* 2011 ; Hottenrott et Lopes-Bento, 2014). De plus, il conforte l'argument relatif à l'efficacité des incitations fiscales en faveur de l'innovation déjà observé dans le cas français (Mulkay et Mairesse, 2004, 2013 ; Lhuillery *et. al.*, 2013 ; Bozio *et al.,* 2014).

Quatrièmement, l'existence d'un effet direct et simultané des aides fiscales (*FISCAL*) sur la probabilité que la firme exporte n'apparaît pas significatif lorsque les deux sous échantillons

sont considérés. **Ainsi, la proposition 2 n'est pas supportée.** Au sein du sous-échantillon **DIRECT_0**, le modèle le plus exhaustif (**modèle 8**) montre que bénéficier d'incitations fiscales à l'innovation sur la période n'impacte pas la probabilité que la firme exporte. Néanmoins, ce constat n'est pas robuste. En effet, la variable mesurant l'obtention d'une incitation fiscale apparaît significative au sein des modèles 1 à 6. Parmi les firmes ayant bénéficié d'une aide directe en faveur de l'innovation (**DIRECT_1**), obtenir un dispositif fiscal n'a aucun effet direct sur l'exportation de la firme, quelle que soit la spécification étudiée. Ainsi, les aides fiscales à l'innovation n'entraineraient pas de décisions jointes en innovation et en exportation. Les firmes bénéficiant d'aides fiscales peuvent en effet être incitées à se focaliser sur l'activité subventionnée. Ce constat est particulièrement plausible pour les firmes ayant également bénéficié d'aides directes. Les firmes dont les projets ont été suffisamment bien évalués par les décideurs publics pour être sélectionnées disposent d'objectifs définis en innovation (Henningsen *et al.,* 2015). Elles auront ainsi une propension plus importante à se concentrer sur leur activité d'innovation. Ainsi, obtenir une aide supplémentaire n'induit pas des décisions stratégiques en matière d'innovation et d'exportation. De plus, les aides directes à l'innovation sont souvent soumises à une obligation de résultat.

En résumé, cette sous-section avait pour objectif d'étendre les résultats obtenus jusqu'à présent, afin de différencier les aides à l'innovation en fonction de leur type. L'impact positif des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes est confirmé *via* la réussite du projet d'innovation de produit (proposition 1). En revanche, l'existence d'un impact direct des incitations fiscales sur l'exportation des firmes (proposition 2) n'est pas observée. De plus, le résultat obtenu pour l'échantillon **DIRECT_0** n'est pas robuste. Cette variabilité peut alors refléter un biais de sélection. (David *et al.,* 2000 et Klette *et al.,* 2000). Cette limite peut être palliée par l'utilisation de méthodologies par appariement. Ainsi, la section suivante étudie l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation de la firme lorsque la sélection par les décideurs publics n'est pas aléatoire.

3. L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation en présence de sélection non-aléatoire des firmes subventionnées

Les estimations réalisées jusqu'ici reposent sur l'hypothèse implicite d'une attribution aléatoire des aides à l'innovation. L'objectif de cette section est de considérer explicitement la sélection des firmes bénéficiant de dispositifs publics. Pour ce faire, l'effet des aides à l'innovation sur l'exportation est estimé à l'aide d'une méthode quasi-expérimentale par appariement. Cette analyse permet également d'étudier l'effet des aides à l'innovation sur l'intensité d'exportation des firmes en plus de leur probabilité d'exporter. Les résultats obtenus indiquent que les aides à l'innovation ont un impact positif sur l'exportation des firmes. Les aides sont distinguées en fonction de leur type, suivant la méthode détaillée précédemment (Cf. tableau 15). Bénéficier uniquement d'incitations fiscales à l'innovation impacte positivement la probabilité d'exporter ainsi que l'intensité d'exportation. En revanche, parmi les firmes ayant bénéficié d'aides directes à l'innovation, les aides fiscales à l'innovation n'impactent pas l'exportation de la firme. En revanche, cette méthode ne permet pas de différencier les vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. Une extension de l'analyse estime alors l'effet des aides à l'innovation pour les seules firmes innovantes en produit. Recourir à un tel sous échantillon permet d'isoler l'impact direct des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes (proposition 1). Les résultats sont similaires à ceux obtenus pour l'échantillon complet.

3.1. La méthode par appariement sur le score de propension

L'évaluation de l'efficacité des dispositifs publics consiste à observer des différences de performance entre les firmes subventionnées et non subventionnées (Rubin, 1974). L'objectif est de comparer un échantillon « traité[61] » par l'intervention publique, et un échantillon « témoin », qui n'en a pas bénéficié. Le principal enjeu est de prendre en compte les biais de sélection potentiels liés au processus d'attribution non aléatoire des aides publiques. Dans le cas d'une étude expérimentale, il est essentiel, afin d'assurer l'inférence des résultats, que chaque échantillon soit tiré aléatoirement, selon le principe du double aveugle. Or, une telle

61 Les méthodes quasi-expérimentales d'évaluation ont été tout d'abord utilisées dans le domaine de l'épidémiologie, afin d'analyser l'impact de certains traitements. Ainsi, le vocabulaire communément utilisé dans la littérature se réfère à cet héritage.

expérimentation ne peut pas être menée dans le cadre de politiques publiques pour des raisons techniques et morales évidentes. Un autre biais possible est une endogénéité entre les aides à l'innovation et l'exportation. Conformément à la définition détaillée précédemment, il peut exister un risque lié à la simultanéité entre les phénomènes étudiés, et l'existence d'hétérogénéité inobservée (Wooldridge, 2011, p. 50). Néanmoins, dans ce cas, le recours à des estimateurs par variables instrumentales est difficilement applicable. Il est en effet compliqué de trouver des instruments valides pour l'estimation (Almus et Czarnitzki, 2003 ; Aerts et Czarnitzki, 2004). C'est pourquoi, la méthode quasi expérimentale par appariement (*matching*) est utilisée depuis le début des années 2000 dans de nombreux travaux d'évaluation des aides à l'innovation (Zúñiga-Vicente *et al.,* 2014). Elle permet dans une certaine mesure de prendre en compte ces différents biais. Cette méthodologie consiste à comparer les efforts d'exportation des firmes subventionnées à une situation « contrefactuelle » élaborée à partir de l'échantillon témoin (Rubin, 1974 ; 1977). Il est alors possible de répondre à la question clé suivante : « *Qu'auraient fait les firmes traitées, ayant des caractéristiques données, si elles n'avaient pas bénéficié du traitement ?* » (Czarnitzki *et al.* 2011, p. 220). L'idée principale est que chaque firme traitée est appareillée avec une ou plusieurs firme(s) non traitée(s), présentant un vecteur de caractéristiques identiques. La méthodologie par appariement selon le score de propension est détaillée en annexe 11. Afin d'éviter la présence d'appariements incorrects, les firmes dont les caractéristiques seraient trop éloignées d'un contrefactuel doivent être exclues du « support commun » (Caliendo et Kopeinig, 2008). Enfin, la variabilité potentielle des écarts-types est testée à l'aide du « bootstrap », afin d'obtenir la significativité réelle des différents impacts. Cette option est particulièrement adaptée dans le cas de petits échantillons, tels que ceux utilisés pour le sous-échantillon **DIRECT_1_06** (Cf. tableau 15). Ces deux précautions permettent ainsi d'améliorer la robustesse des résultats. Les étapes de la méthode par appariement sont synthétisées dans le tableau 25.

Tableau 25 : Etapes de la méthode par appariement

Etape 1 :
Spécifier et estimer un modèle probit pour obtenir le score de propension
Etape 2 :
Restreindre l'échantillon au support commun : supprimer toutes les observations pour les firmes traitées ayant une probabilité d'être subventionnée supérieure au maximum ou inférieure au minimum du groupe de contrôle potentiel.
Etape 3 :
Choisir une observation du sous-échantillon de firmes traitées
Etape 4 :
Comparer cette observation avec l'ensemble des firmes non traitées, pondérées en fonction de leur distance avec l'observation traitée. Ce contrefactuel synthétique est déterminé selon la méthode du Kernel décrite en annexe 11
Etape 5 :
Répéter l'opération pour chaque observation
Etape 6 :
En utilisant le sous-échantillon non traité, l'effet moyen sur les firmes traitées peut être calculé comme la différence moyenne entre l'intensité d'exportation des firmes traitées et la situation contrefactuelle.

Source : adapté de Almus et Czarnitzki (2003)

Quatre autres précautions sont prises afin de s'assurer de la validité des résultats obtenus. Tout d'abord, il est important de se prémunir contre le risque de causalité inverse. Comme nous l'avons vu, l'exportation constitue également un déterminant majeur de l'attribution des aides à l'innovation (Aerts et Czarnitzki, 2004 ; Duguet, 2012 ; Busom *et. al.*, 2014). Afin de prendre en compte cette éventualité, l'exportation passée est intégrée en tant que variable explicative de l'attribution des aides à l'innovation. De plus, les aides sont observées sur l'ensemble de la période 2004-2006, tandis que l'exportation n'est observée qu'à partir de l'année 2006.

Par ailleurs, il peut exister un délai entre l'attribution d'aides à l'innovation et les changements dans l'activité d'exportation. Afin de remédier à cela, l'impact des aides à l'innovation est également étudié sur l'intensité d'exportation en 2007 ($t+1$). Cette mesure alternative permet ainsi de vérifier que la mesure du phénomène étudié est robuste.

Ensuite, pour détecter la présence de multicolinéarité entre les variables indépendantes, les coefficients de corrélation sont présentés en annexe 12. Au seuil de 0,6, aucun biais de multicolinéarité n'est suspecté.

Enfin, l'hypothèse d'indépendance conditionnelle doit être vérifiée pour l'ensemble des variables de résultat considérées. Cette hypothèse est détaillée en annexe 15. Elle implique de considérer que, connaissant le vecteur de variables observables X, le résultat pour les firmes non subventionnées doit être indépendant de l'attribution des aides. Conformément aux recommandations de la littérature[62], le modèle comporte peu de variables. Celles-ci sont en revanche largement validées empiriquement (Aerts et Czarnitzki, 2003 ; Czarnitzki et Lopes-Bento, 2011, en particulier). Elles couvrent les principaux déterminants de l'auto-sélection des firmes dans les dispositifs publics d'une part, et de la décision d'attribution des aides directes par les décideurs publics d'autre part. Il est cependant nécessaire de vérifier que l'ajout d'informations supplémentaires au sein du modèle probit ne modifie pas l'effet moyen obtenu. Cette hypothèse est en effet cruciale pour conclure à l'absence d'endogénéité entre les aides à l'innovation et l'exportation. Pour cela, la méthode par simulation développée par Ichino, Mealli et Nannicini (2008) est utilisée.

3.2. Statistiques descriptives

Les tableaux 26 et 27 contiennent les statistiques descriptives pour chaque échantillon traité par rapport à l'échantillon témoin pertinent.[63] Ils indiquent les différences significatives entre les firmes subventionnées et celles qui n'ont pas bénéficié de l'intervention publique. Comme les deux premiers échantillons (échantillon total et **DIRECT_0_06**) se réfèrent au même échantillon témoin (firmes n'ayant reçu aucune aide à l'innovation), les statistiques descriptives sont présentées au sein du même tableau.

62 Voir principalement Czarnitzki et Fier (2002) ; Almus et Czarnitzki (2003) ; Aerts et Czarnitzki (2004).

63 Pour rappel, les échantillons traités et témoins utilisés dans cette analyse sont détaillés dans le tableau 15.

Tableau 26 : Statistiques descriptives relatives aux échantillons traités et témoins

	Firmes non traitées		Firmes traitées, Échantillon TOTAL			Firmes traitées, sous-échantillon DIRECT_0_06		
	SUBVTOT=0		*SUBVTOT=1*			*FISCAL* = 1 et *DIRECT* = 0		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**
Variables indépendantes, incluses dans le modèle probit								
EXPDUM_03	.1344468	.006972	.3211555	.0136157	0.0000***	.3453355	.0192515	0.0000***
RDCONT	.1803758	.0078584	.7621071	.0124164	0.0000***	.8216039	.015501	0.0000***
LNTFP_03	.0336715	.0038849	.0813337	.0061541	0.0000***	.0912251	.0080193	0.0000***
LNL_03	4.593226	.0217482	5.520567	.0391417	0.0000***	5.607123	.0479159	0.0000***
LNKEMP_03	.6494641	.0021817	.704783	.0029534	0.0000***	.7115097	.0038688	0.0000***
GROUPDOM	.5832985	.0100762	.7434155	.0127358	0.0000***	.792144	.0164293	0.0000***
FOREIGN	.3553236	.0097818	.3976211	.0142714	0.0031***	.3927987	.0197736	0.0856*
AGEDUM_03	.1148225	.0065158	.1112999	.0091711	0.7553	.101473	.0122258	0.3507
Variables de résultat								
EXPINT	19.29517	.5255521	36.95784	.8515642	0.0000***	40.44378	1.142117	0.0000***
EXPINT_07	19.94416	.5428998	38.08682	.8667891	0.0000***	41.44932	1.157626	0.0000***
EXPDUM_06	.7887265	.008343	.9405268	.0068967	0.0000***	.9639935	.0075433	0.0000***
Nb. d'obs.	2395		1177			611		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Dans les deux cas, l'exportation des firmes aidées et non aidées diffère significativement. Les firmes subventionnées sont plus exportatrices en 2006 comme en 2003 en comparaison de l'échantillon témoin. Elles ont également une intensité d'exportation plus importante. Par ailleurs, les firmes ayant bénéficié d'une aide indifférenciée ou fiscale uniquement ont plus fréquemment investi en R&D de manière continue sur la période. Elles sont en moyenne significativement plus grandes et appartiennent plus fréquemment à un groupe, domestique ou étranger. Elles sont également plus productives et plus intensives en capital que celles n'ayant obtenu aucune aide publique. La propension de jeunes firmes, en revanche, ne semble pas significativement différente entre les firmes aidées et non aidées.

Le tableau 27 compare ensuite les firmes ayant obtenu une combinaison d'aides directes et fiscales à l'innovation à celles ayant uniquement bénéficié d'une aide directe.

Tableau 27 : Statistiques descriptives relatives aux échantillons traités et témoins parmi les firmes ayant bénéficié d'aides directes (**DIRECT_1_06**)

	Firmes non traitées *DIRECT* = 1 et *FISCAL* = 0		Frimes traitées *DIRECT* = 1 et *FISCAL* = 1		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**Prob. t=0**
Variables indépendantes, incluses dans le modèle probit					
EXPDUM_03	.1921708	.0235464	.3964912	.0290268	0.0000***
RDCONT	.5266904	.0298381	.8666667	.0201714	0.0000***
LNTFP_03	.0468492	.0125588	.0941286	.0138839	0.0119**
LNL_03	4.867539	.0698809	5.978866	.0927579	0.0000***
LNKEMP_03	.6679316	.0064309	.726696	.0057704	0.0000***
GROUPDOM	.5907473	.0293845	.7894737	.0241915	0.0000***
FOREIGN	.3274021	.028044	.477193	.0296387	0.0003***
AGEDUM_03	.0996441	.0169	.1438596	.0208249	0.0983*
Variables de résultat					
EXPINT	24.05206	1.644401	42.20912	1.731683	0.0000***
EXPINT_07	25.24011	1.719211	43.29453	1.744047	0.0000***
EXPDUM_06	.8718861	.0199733	.9578947	.011917	0.0002***
Nb. d'obs.	281		285		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

La plupart des constats sont identiques à ceux effectués pour l'échantillon total et le sous échantillon **DIRECT_0_06**. La principale différence concerne l'âge de la firme. En moyenne, les firmes ayant obtenu les deux types d'aides à l'innovation sont en moyenne plus jeunes que celles ayant bénéficié que d'une intervention directe. Cela semble indiquer une volonté de la part des décideurs publics de soutenir les jeunes firmes innovantes par le biais des différents instruments.

3.3. Résultats de l'estimation par appariement

3.3.1. Estimation de la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation (modèle probit)

Dans un premier temps, la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation est estimée pour chaque firme. L'objectif est de déterminer son score de propension (Rosenbaum et Rubin, 1983). Celui-ci servira, dans un second temps, de critère permettant d'appareiller les

firmes « traitées » et « non traitées ». Le tableau 28 détaille les résultats des modèles probit, estimant la probabilité de bénéficier :

- d'une aide indifférenciée (**ECHANTILLON TOTAL**),
- d'une aide fiscale, parmi les firmes n'ayant pas bénéficié d'aide directe (sous-échantillon **DIRECT_0_06**),
- d'une aide fiscale, parmi les firmes ayant obtenu au moins une aide directe (sous-échantillon **DIRECT_1_06**).

Les coefficients des variables indépendantes correspondent à leurs effets marginaux.

Tableau 28 : Résultats des modèles « probit » estimant la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation

Var. dépendante :	*SUBVTOT*	*FISCAL*	
	ECHANTILLON TOTAL	**DIRECT_0_06**	**DIRECT_1_06**
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
EXPDUM_03	0.090	0.069	0.106
	(0.024)***	(0.020)***	(0.055)*
RDCONT	0.483	0.393	0.310
	(0.017)***	(0.019)***	(0.048)***
LNTFP_03	0.123	0.104	0.160
	(0.046)***	(0.036)***	(0.131)
LNL_03	0.098	0.069	0.147
	(0.010)***	(0.007)***	(0.024)***
LNKEMP_03	0.137	0.085	0.271
	(0.047)***	(0.033)**	(0.115)**
GROUPDOM	-0.104	-0.040	-0.132
	(0.026)***	(0.020)**	(0.069)*
FOREIGN	0.045	0.032	0.132
	(0.023)**	(0.017)*	(0.056)**
AGEDUM_03	0.033	0.021	0.128
	(0.028)	(0.023)	(0.075)*
5 variables sectorielles incluses			
N =	3572	3006	566
Pseudo R2	0.2922	0.3477	0.1913
Log likelihood	-1602.7212	-991.24542	-317.25103
pred. Correctes	82,08 %	86,06 %	76,15 %

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Plusieurs résultats peuvent être mis en évidence à cette étape. Premièrement, les firmes qui exportaient en 2003 (*EXPDUM_03*) ont une probabilité plus importante d'être aidées par les pouvoirs publics. Le fait d'exporter au cours de l'année 2003 augmente la probabilité de recevoir une subvention indifférenciée de 9,0 % et une aide fiscale de 6,9 %. Cette probabilité augmente si la firme a bénéficié de plusieurs types d'aides à l'innovation. L'exportation passée traduit un intérêt économique plus important à innover dans la mesure où la firme peut diffuser l'innovation potentielle sur les marchés étrangers (Almus et Czarnitzki, 2003 ; Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Hussinger, 2008). De plus, et bien que les décideurs publics n'aient plus pour objectif de contribuer à la compétitivité nationale (Cf. chapitre 1), les décideurs publics peuvent être plus enclins à favoriser les firmes les plus exportatrices. Cet argument est, en particulier, développé par Leahy et Neary (2007) et Haaland et Kind (2008). Les décisions en termes de politiques publiques peuvent faire l'objet d'une « compétition » entre les états dans le but de développer leur avantage comparatif à l'international.

Deuxièmement, une stratégie de type « sélection du gagnant » peut être mise en évidence. En premier lieu, faire de la R&D en continu sur la période (*RDCONT*) accroit la probabilité d'obtenir une aide indifférenciée à l'innovation de 48,3 %. Cela augmente également la probabilité de bénéficier d'un dispositif fiscal de 39,3 % (31 %) parmi les firmes n'ayant pas bénéficié (ayant bénéficié) d'une aide directe. Rappelons que l'investissement en R&D constitue le principal critère d'attribution des aides fiscales. Un investissement continu en R&D a valeur de signal pour les décideurs publics révélant de fortes capacités d'innovation[64]. De même, la taille de la firme (*LNL_03*) impacte positivement la probabilité d'obtenir une aide à l'innovation indifférenciée ou fiscale, toutes choses égales par ailleurs. Ce résultat est en cohérence avec les précédentes études sur le sujet tant pour les aides en général (Zúñiga-Vicente et al., 2014) que pour les études différenciant les aides selon leur type (Bérubé et Mohnen, 2009 ; Lhuillery *et al.,* 2013). Les grandes firmes font face à des coûts administratifs plus faibles (Takalo et Tanayama, 2010 ; Takalo *et al.,* 2013) du fait d'une expérience plus importante. Ces dernières peuvent également disposer de connaissances plus spécifiques en interne liées au processus d'obtention des financements publics. Ainsi, le coût d'opportunité qui correspond à la perte économique liée au temps passé à faire des démarches administratives auprès des décideurs publics est plus faible. Elles disposent également de laboratoires de recherches et d'équipes plus qualifiées en matière de R&D. Des effets de

64 Voir Czarnitzki et Fier (2002) ; Blanes et Busom, (2004) ; Heshmati et Lööf (2005) ; Aschhoff (2010) ; Czarnitzki et - Lopes-Bento (2011)

réputation peuvent enfin expliquer ce résultat (Aschhoff, 2010). Enfin, les firmes les plus intensives en capital (*LNKEMP_03*) ont une probabilité plus importante de bénéficier d'une intervention publique pour l'échantillon total et les deux sous-échantillons étudiés. Elles sont en effet plus incitées à candidater pour obtenir des aides à l'innovation afin d'améliorer la technologie dont elles disposent[65].

Ce résultat est en revanche plus nuancé au regard de la productivité des firmes (*LNTFP_03*). En effet, la productivité augmente la probabilité d'obtenir une aide indifférenciée à l'innovation. De même, les firmes les plus productives ont une plus forte probabilité de bénéficier uniquement d'aides fiscales à l'innovation (**DIRECT_0_06**). Ces résultats soutiennent l'idée de « sélection des gagnants » (Blanes et Busom, 2004). Les critères d'attribution des aides à l'innovation tendent à favoriser les firmes ayant une plus forte probabilité de réussite dans leur activité d'innovation. Ce déterminant n'est en revanche pas significatif pour le sous-échantillon **DIRECT_1_06**. Parmi les firmes ayant bénéficié d'une aide directe, la productivité n'est pas un déterminant de l'obtention d'incitations fiscales. L'explication est identique à celle avancée dans la section précédente. Les dispositifs directs peuvent en effet être attribués à des firmes ayant des niveaux de productivité proches. La différence de productivité entre les firmes aidées fiscalement ou non est alors faible du fait de l'homogénéité de l'échantillonnage.

Troisièmement, les décideurs semblent avant tout privilégier les firmes indépendantes, mais favorisent dans le même temps les groupes étrangers. Les firmes appartenant à un groupe domestique (*GROUPDOM*) ont une probabilité plus faible de bénéficier d'une intervention publique que les indépendantes, dans les trois cas étudiés. Plus précisément, elles ont, en moyenne et toutes choses égales par ailleurs, une probabilité plus faible de 10,4 % que les firmes indépendantes d'obtenir une aide à l'innovation, quel qu'en soit le type. Ces résultats diffèrent des travaux antérieurs sur le sujet (Busom, 2000 ; Almus et Czarnitzki, 2003). Ils indiquent une volonté des décideurs publics de cibler avant tout les firmes indépendantes (Klette *et al.,* 2000 ; Blanes et Busom, 2004). A l'inverse, celles appartenant à un groupe international (*FOREIGN*) ont une probabilité plus importante d'obtenir une aide publique que les firmes indépendantes, qu'elle soit indifférenciée ou fiscale (qu'elles aient obtenu ou non une aide directe). Ce constat se démarque de la littérature antérieure (Busom, 2000 ; Busom et Fernandez-Ribas, 2008 ; Almus et Czarnitzki, 2003). D'une part, les aides

65 Voir Aerts et Czarnitzki (2004) ; Almus et Czarnitzki (2003) ; Lokshin et Mohnen (2012) ; Czarnitzki et Lopes -Bento (2011)

à l'innovation peuvent constituer un outil permettant d'inciter les firmes à capitaux étrangers à s'implanter sur le territoire français. D'autre part, les groupes internationaux peuvent disposer d'une expérience administrative plus importante que les firmes indépendantes. Ils disposent en effet de connaissances relatives aux procédures d'attribution des aides à l'innovation. Déposer une candidature est alors moins coûteux (Takalo *et al.,* 2013).

Quatrièmement, seules les jeunes firmes ayant bénéficié d'une aide directe ont une probabilité plus importante de bénéficier d'une aide fiscale à l'innovation. En effet, la variable indiquant si la firme avait moins de 3 ans en 2003 (*AGEDUM_03*) n'est significative au risque de 10 %, que pour l'échantillon **DIRECT_1_06**[66]. Cela implique que les jeunes firmes profitent plus largement du *policy-mix* français (CNEPI, 2016). Cela soutient ainsi l'idée selon laquelle les jeunes firmes peuvent être plus innovantes[67]. Par ailleurs, les jeunes firmes qui décident de payer le coût administratif associé à l'apprentissage des formalités de candidature (Takalo *et al.,* 2013) peuvent répliquer plus facilement la démarche pour le second type d'aides. Enfin, les aides directes à l'innovation peuvent être assorties pour les jeunes firmes d'un accompagnement pour l'obtention d'incitations fiscales.

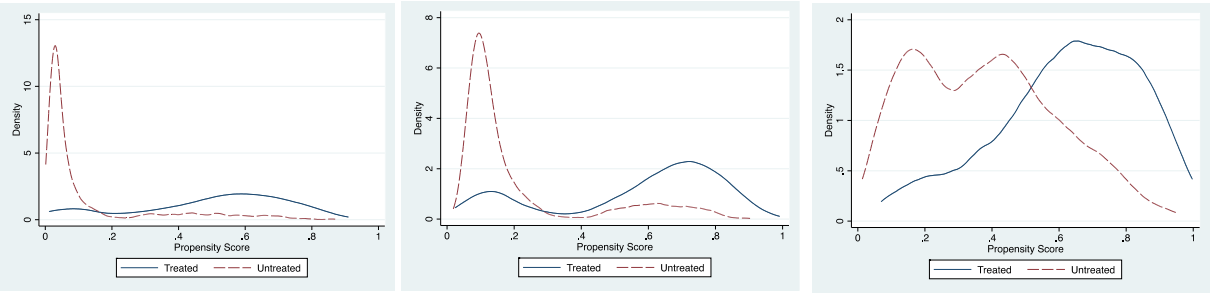
3.3.2. Détermination du score de propension et appariement des firmes traitées et non traitées

La deuxième étape de l'estimation consiste à déterminer le score de propension pour les firmes « traitées » et « non traitées » en fonction de leur probabilité prédite d'obtenir une aide à l'innovation. Le graphique 17 permet d'observer la densité Kernel des scores des propensions pour chacun des sous-échantillons. Visuellement, chaque estimation bénéficie d'un large support commun. Cela permet de comparer des firmes subventionnées ou non, ayant la même probabilité de bénéficier d'une telle intervention.

66 Cette différence ne peut pas être liée au dispositif JEI, celui-ci n'ayant été mis en place qu'en 2004 (Cf. chapitre 1).

67 Voir Almus et Czarnitzki (2003) ; Blanes et Busom (2004) ; Clausen (2009) ; Czarnitzki et Lopes-Bento (2011)

Graphique 17 : Densités Kernel du score de propension pour les firmes traitées et non traitées



Echantillon total DIRECT_0_06 DIRECT_1_06

Le tableau 29 détaille les caractéristiques des scores de propension. Afin d'améliorer la précision des résultats, les firmes trop éloignées d'un potentiel contrefactuel sont écartées de l'analyse. L'impact de cette exclusion peut être considéré comme négligeable si elle n'excède pas 1 % de l'échantillon total (Almus et Czarnitzki, 2003 ; Aerts et Czarnitzki, 2004). Le tableau 29 montre que cela est le cas pour l'échantillon TOTAL, ainsi que le sous-échantillon DIRECT_1_06. En revanche, pour DIRECT_0_06, 3,41 % des firmes sont exclues du support commun. Le risque de bais est ici limité dans la mesure où les observations exclues appartiennent à l'échantillon témoin. Néanmoins, afin de renforcer la robustesse des résultats, une seconde procédure économétrique a été utilisée[68]. En particulier, le processus de sélection du support commun est différent. Pour l'échantillon DIRECT_0_06, seul 0,20 % de l'échantillon est exclu du support commun. Imposer le support commun n'affecte pas la qualité des résultats tant que ces derniers sont équivalents pour les deux procédures. Les résultats de la procédure alternative, disponibles en annexe 13, sont semblables à ceux présentés ci-après.

68 Le score de propension a été calculé à l'aide de la commande PSCORE, disponible sur le logiciel STATA. La seconde procédure permettant de réaliser l'appariement correspond à la commande PSMATCH2.

Tableau 29 : Caractéristiques des scores de propension

		ECHANTILLON TOTAL	DIRECT_0_06	DIRECT_1_06
PROCEDURE RETENUE	Firmes traitées	1177	611	285
	Échantillon témoin	2393	2291	277
	Hors support commun	2	104	4
	% hors support commun	0,06 %	3,46 %	0,71 %
	Support commun	[.02447555, .99103181]	[.01259257, .91334066]	[.06968714, .99498547]
PROCEDURE ALTERNATIVE	Firmes traitées	1158	605	278
	Échantillon témoin	2395	2395	281
	Hors support commun	19	6	7
	% hors support commun	0,53 %	0,20 %	1,24 %

Ce tableau indique également que le support commun est très large pour l'ensemble des situations considérées. Afin de comparer efficacement les firmes traitées et non traitées sur la base de leur score de propension, un test par stratification est réalisé[69]. Celui-ci permet de s'assurer que les sous-échantillons traités et le groupe de contrôle ont des caractéristiques suffisamment homogènes pour être comparés[70]. La propriété de balance des échantillons est satisfaite pour l'ensemble des estimations présentées dans cette étude[71].

69 « Stratification balancing test », réalisé à l'aide de la commande « PSCORE »

70 Cette méthode consiste à classer les différentes firmes aidées et non aidées en fonction de leur score de propension. Plusieurs « strates » sont ensuite créées afin de comparer des firmes ayant des scores de propension similaires. Enfin, au sein de chaque strate, des tests de moyennes sont estimés entre les firmes aidées et non aidées et ce, pour chaque variable. Les échantillons de firmes traitées et non traitées seront considérés comme suffisamment homogènes si aucun des tests de moyennes estimés n'apparaît significatif.

71 La commande PSMATCH2 permet de réaliser un test de robustesse similaire. Celui-ci consiste à étudier l'existence, pour chaque variable, d'une différence significative entre l'échantillon traité et non traité. Les résultats de ces tests sont présentés en annexe 14. Ici encore, aucun des tests de moyenne ne montre de différence significative.

Tableau 30 : Effet moyen des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes subventionnées

SUBVTOT			
	ATT	e.t.	t
ECHANTILLON TOTAL			
INTEXP_06	4.940	1.395	3.542***
INTEXP_07	5.123	1.372	3.734***
EXPDUM_06	0.037	0.011	3.476***
FISCAL			
DIRECT_0_06			
INTEXP_06	6.355	1.666	3.814***
INTEXP_07	6.366	1.666	3.822***
EXPDUM_06	0.046	0.012	3.937***
DIRECT_1_06			
INTEXP_06	4.751	3.342	1.421
INTEXP_07	5.901	3.341	1.766*
EXPDUM_06	0.030	0.023	1.267

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

L'effet moyen des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes subventionnées est présenté dans le tableau 30. Tout d'abord, les aides à l'innovation ont un effet significativement positif sur l'exportation des firmes ayant obtenu une aide indifférenciée (*SUBVTOT*). D'une part, l'intervention publique augmente la probabilité d'exporter de 3,70 % (*EXPDUM_06*). Ce résultat corrobore les conclusions de l'estimation bi-variée récursive. D'autre part, les firmes subventionnées de manière indifférenciée augmentent, en moyenne et toutes choses égales par ailleurs, leur chiffre d'affaires (CA) sur les marchés internationaux (*INTEXP_06*) de 4,940 %, en comparaison de la situation contrefactuelle. Ce résultat est également robuste pour l'année 2007 (*INTEXP_07*).

Ensuite, obtenir uniquement une aide fiscale à l'innovation (*FISCAL*) impacte également l'exportation des firmes (sous-échantillon **DIRECT_0_06**). Les incitations fiscales augmentent la probabilité d'exporter (*EXPDUM_06*) de 4,6 %, et induisent une augmentation de l'intensité d'exportation de 6,355 % (*INTEXP_06*).

En revanche, avoir bénéficié d'une aide fiscale (*FISCAL*) en plus d'une aide directe sur la période n'a pas d'impact sur l'exportation des firmes (sous-échantillon **DIRECT_1_06**). Seul

un effet est observé pour l'année 2007, au risque de 10 %. Cela peut signifier qu'il existe, pour ces firmes, un délai entre l'obtention d'une aide à l'innovation et son impact sur l'intensité d'exportation. A ce stade, il est néanmoins impossible de savoir si les effets observés passent par un impact sur l'innovation de produit ou par des décisions jointes en innovation et exportation.

Afin d'améliorer la fiabilité des résultats présentés ci-dessus, deux analyses de sensibilité sont réalisées. La première a pour but de tester la robustesse de l'hypothèse d'indépendance conditionnelle détaillée précédemment[72]. Rappelons que le test de cette hypothèse est nécessaire pour conclure à l'absence d'endogénéité entre les aides à l'innovation et l'exportation. Pour cela, la méthode par simulation proposée par Ichino *et al.* (2008) est utilisée. Cette méthode consiste à simuler l'intégration de déterminants supplémentaires dans le modèle afin de tester la stabilité du modèle estimé. Les résultats des analyses par simulation détaillés en annexe 15 ne permettent pas de rejeter cette hypothèse, pour l'ensemble des simulations effectuées. Une seconde analyse de sensibilité s'intéresse au caractère censuré des variables de résultat (Wooldridge, 2011). En effet, *INTEXP_06* et *INTEXP_07* présentent une forte proportion de valeurs égales à 0. Cela peut biaiser les effets obtenus. Les estimations ont ainsi été répliquées sur les seules firmes exportatrices (variable *INTEXP_06* >0). Les résultats de ce test de robustesse sont détaillés en annexe 16. Ils permettent de conclure que la censure n'affecte pas les résultats de l'analyse économétrique. Une seule différence est constatée, pour le sous échantillon DIRECT_1_06. L'effet des aides à l'innovation sur l'intensité d'exportation en 2007 n'apparaît plus significatif. Cela implique que le résultat obtenu était peut-être dû au caractère censuré de la variable d'exportation. De plus, l'ordre de grandeur de l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées est plus faible que ceux obtenus précédemment.

En résumé, l'analyse par appariement menée ci-dessus permet de conclure que les aides à l'innovation impactent positivement l'exportation des firmes lorsque la sélection non aléatoire des dispositifs publics est prise en compte. Il en est de même pour les incitations fiscales lorsque les firmes n'ont pas bénéficié d'aides directes sur la période. Cette seconde analyse conforte que les aides à l'innovation induisent les firmes à démarrer ou continuer une activité d'exportation. Elle permet également de compléter les résultats obtenus précédemment. En

72 Voir également la méthodologie de l'estimation par appariement, disponible en annexe 11

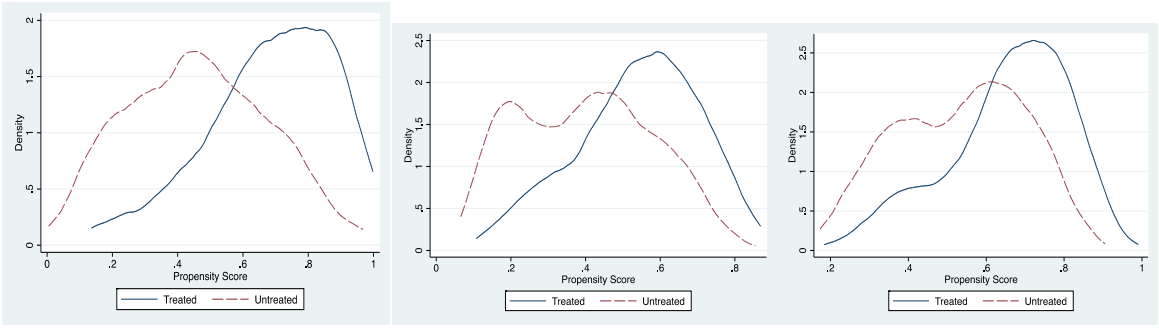
effet, les aides à l'innovation induisent également les firmes subventionnées à intensifier leur activité d'exportation. En revanche, aucun effet n'est observé pour les firmes ayant également bénéficié d'une aide directe sur la période. A la différence de l'analyse bi-variée récursive, cette méthodologie n'a toutefois pas permis de différencier les vecteurs directs et indirects par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation des firmes. La sous-section suivante poursuit cet objectif en isolant l'existence d'un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes (proposition 2). Pour cela, les estimations sont répliquées sur les seules firmes innovantes en produit.

3.4. Extension de l'analyse : l'impact simultané des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes innovantes

Il s'agit ici d'observer la présence d'un effet direct et simultané des aides à l'innovation sur l'exportation lorsque la probabilité d'innover en produit est prise en compte (proposition 2). La méthode par appariement est ainsi répliquée sur un échantillon ne comprenant que les firmes innovantes en produit sur la période (*INNOPRODUIT=1*). Dans ce cas, l'existence d'un effet des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes ne peut plus être due à une amélioration de la probabilité d'innover en produit. Ce raisonnement implique néanmoins de faire l'hypothèse que l'innovation de produit est homogène en quantité et en qualité[73]. Par ailleurs, les firmes innovantes en produit peuvent également présenter des comportements identifiables (Aerts et Czarnitzki, 2004). Les modèles probits estimant la probabilité d'obtenir une aide publique à l'innovation sont présentés en annexe 17. Le pouvoir explicatif de ces modèles est bon mais plus faible que pour l'échantillon total (taux de prédictions correctes compris entre 67,54 % et 74,33 %). Visuellement, le graphique 18 montre que le support commun entre les firmes traitées et non traitées est suffisamment large.

73 Les données utilisées pour cette étude ne permettent pas de différencier les caractéristiques des innovations de produit. Faire cette hypothèse implique que les différentes caractéristiques de l'innovation peuvent être captées par la variable binaire INNOPRODUIT.

Graphique 18: Densité kernel des scores de propension pour les échantillons traités et non traités



ECHANTILLON TOTAL, INNOPRODUIT =1 DIRECT = 0, INNOPRODUIT =1 DIRECT=1, INNOPRODUIT=1

Le tableau 31 corrobore cela d'un point de vue statistique. Le support commun est important, bien que la borne inférieure soit assez élevée (pour l'échantillon total, aucune firme ayant une probabilité d'être traitée inférieure à 18,48 % n'est observée).

Tableau 31 : Caractéristiques des scores de propension, firmes innovantes en produit

INNOPRODUIT =1		ECHANTILLON TOTAL	DIRECT = 0	DIRECT = 1
PROCEDURE RETENUE	Firmes traitées	945	532	245
	Échantillon témoin	610	591	159
	Hors support commun	4	23	9
	% hors support commun	0,26 %	2,01 %	2,18 %
	Support commun	[.18488325, .98918616]	[.12375269, .9215403]	[.12826052, .99585954]
PROCEDURE ALTERNATIVE	Firmes traitées	613	613	172
	Échantillon témoin	927	530	237
	Hors support commun	19	3	4
	% hors support commun	1,22 %	0,26 %	0,97 %

Par ailleurs, le fait d'imposer le support commun implique une perte d'observations inférieure à 1 % de l'échantillon de référence pour au moins une des deux procédures utilisées. La qualité des résultats n'est pas considérée comme affectée, dès lors qu'ils sont robustes au regard de la procédure utilisée. Les tests par stratification indiquent, de nouveau, que les échantillons traités et non traités ont des caractéristiques suffisamment proches pour être comparés. Il en est de même pour le test de balance des échantillons, obtenu à partir de

la commande PSMATCH2[74] (Cf. annexe 18). Les résultats de l'appariement sont synthétisés au sein du tableau 32.

Tableau 32 : Résultats de l'appariement, échantillon de firmes innovantes en produit

	SUBVTOT		
	ATT	e.t.	t
ECHANTILLON TOTAL, *INNOPRODUIT =1*			
INTEXP_06	5.169	1.598	3.234***
INTEXP_07	5.638	1.724	3.270***
EXPDUM_06	0.024	0.012	2.042**
FISCAL			
DIRECT = 0, *INNOPRODUIT =1*			
INTEXP_06	5.506	1.831	3.008***
INTEXP_07	5.847	1.897	3.083***
EXPDUM_06	0.027	0.013	2.075**
DIRECT = 1, *INNOPRODUIT =1*			
INTEXP_06	3.502	3.973	0.882
INTEXP_07	4.000	4.052	0.987
EXPDUM_06	0.014	0.024	0.572

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les résultats sont semblables à ceux obtenus précédemment. Tout d'abord, bénéficier d'une aide indifférenciée à l'innovation (*SUBVTOT*) conduit la firme innovante en produit (*INNOPRODUIT=1*) à intensifier son activité d'exportation. Ce résultat est robuste quelle que soit la mesure de l'exportation retenue (*INTEXP_06* ou *INTEXP_07*). De plus, bénéficier d'une aide à l'innovation indifférenciée impacte positivement la probabilité d'exporter pour les firmes innovantes en produit. Le même résultat est observé pour les firmes innovantes en produit (*INNOPRODUIT=1*) ayant uniquement obtenu une incitation fiscale sur la période (*FISCAL=1 DIRECT*=0). Il est alors possible de conclure à l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation qui ne passe pas par l'innovation de produit. Ce résultat soutient la proposition 2. Il se démarque de la littérature de référence. En particulier, plusieurs études utilisent l'obtention d'une aide à l'innovation pour instrumenter la relation endogène entre innovation et exportation. Bien que les mesures

74 Les résultats obtenus par le biais de la commande PSMATCH 2 sont fournis en annexe 19.

soient effectuées au niveau sectoriel (Altomonte *et al.,* 2013) ou macroéconomique (Monreal-Pérez *et al.,* 2012), les auteurs font le postulat que l'intervention publique en faveur de l'innovation n'impacte pas directement l'exportation. Ce résultat est également en contradiction avec les conclusions de Czarnitzki *et al.* (2011), qui concluent que les incitations fiscales, pour les firmes ayant innové sur la période, n'impactent pas les parts de marché des firmes canadiennes à l'international.

Ensuite, aucun effet n'est observé pour les firmes innovantes en produit ayant bénéficié d'une aide directe sur la période (*DIRECT =1, INNOPRODUIT =1*). Pour ces firmes, bénéficier en plus d'une aide fiscale n'a pas d'impact sur leur activité d'exportation. De plus, au sein de ce sous-échantillon, les aides à l'innovation n'impactent pas non plus l'exportation pour l'année 2007. **Dans ce cas, il est possible de rejeter la proposition 2.** Parmi les firmes innovantes en produit ayant bénéficié d'aides directes à l'innovation, obtenir également une aide fiscale n'induit pas de décision jointe en innovation et en exportation. De nouveau, ce résultat peut être lié à la sélection des firmes bénéficiant d'aides directes à l'innovation. Celles-ci disposent en effet de projets d'innovation plus définis (Henningsen *et al.,* 2015), et seront moins incitées à développer d'autres activités en parallèle. De plus, les instruments directs peuvent être associés à des obligations en termes de moyens ou de résultats. Les firmes sont alors incitées à se concentrer sur leur activité d'innovation, et à ne pas prendre de décision spécifique d'exportation. Ce résultat peut enfin refléter le profil des firmes qui bénéficient de plusieurs instruments. En effet, les plus grandes firmes font état de structures organisationnelles plus complexes. Recevoir plus de financements publics aura donc un impact sur l'intensité d'investissement en R&D mais ne les incitera pas à prendre des décisions stratégiques qui pourraient impacter leur structure dans son ensemble.

La nature de l'impact direct des aides à l'innovation sur l'exportation peut recevoir plusieurs explications. La première est conforme aux conclusions d'Aw *et al.* (2008 ; 2011). Les aides à l'innovation impactent les décisions jointes des firmes en R&D et en exportation. Ainsi bénéficier d'un dispositif à l'innovation permet aux firmes d'anticiper une productivité future plus importante et ainsi des profits plus élevés (Wang, 2014 ; Esteve Perez et Rodriguez, 2013). Autrement dit, le fait d'agir sur une des deux activités stratégiques a pour effet simultané d'impacter l'autre, que l'on s'intéresse à la probabilité d'exporter ou à son intensité. La seconde explication est relative aux contraintes financières auxquelles les firmes sont confrontées et pour lesquelles les financements publics peuvent permettre de les réduire

(González *et al.,* 2005) ; Hyytinen et Toivanen, 2005). Si la notion de contrainte financière est principalement utilisée dans le cas de PME (Hall, 2002, 2005 ; Golovko et Valentini, 2011), elle semble également applicable au phénomène étudié. L'activité d'innovation est en effet coûteuse (Spence, 1984). Les firmes disposent par ailleurs d'un budget limité alloué à l'investissement en R&D (Hall, 2002, 2005 ; Mohnen *et al.,* 2008) et à l'exportation (Manez *et al.*, 2014). Bellone *et al.,* (2010) montrent ainsi, sur données françaises que la contrainte financière constitue un déterminant important des décisions d'exportation des firmes. Roper et Love (2002) insistent sur l'arbitrage entre les deux activités. Les firmes réalisent alors des choix stratégiques d'investissement. Manez *et al.* (2014) concluent également que la contrainte financière les incite « à définir des priorités ». Les auteurs différencient ainsi les contraintes financières internes (disponibilité des financements internes) et externes (accès aux sources de financement externes). Les aides à l'innovation constituent alors une source de financement externe, permettant de desserrer la contrainte budgétaire. Elles contribuent ainsi à réduire les imperfections sur les marchés des capitaux. Les firmes disposent alors d'un budget plus conséquent qu'elles peuvent utiliser pour mener les deux activités en même temps. Cet argument est soutenu par la mission d'évaluation du CIR (2010). Ce rapport indique que le CIR agit également comme une diminution de l'impôt sur les sociétés (Cf. chapitre 1). Il montre que cette diminution est en moyenne plus importante pour les secteurs les plus exportateurs. Les critères d'attribution des aides fiscales à l'innovation, l'absence de contrôle de l'utilisation (Hall et Van Reenen, 2000) ainsi que le caractère « simple et universel » des aides fiscales (Garza *et al.,* 2015, p. 2) peuvent enfin favoriser l'existence d'un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation.

Comme troisième argument, Kleer (2010) montre que l'intervention publique en faveur de l'innovation constitue un signal pour les investisseurs privés. En effet, l'obtention de dispositifs publics peut être considérée comme l'indicateur d'une bonne stabilité financière (*via* le desserrement de la contrainte budgétaire) et de perspectives de croissance (*via* l'existence d'une activité d'innovation bénéficiant de sources de financement diversifiées). Pour les aides directes, la sélection du projet par les décideurs publics constitue également un indicateur de sa qualité (i.e. le projet est suffisamment viable pour bénéficier d'une intervention publique). En bref, l'intervention publique en faveur de l'innovation contribue à diminuer l'asymétrie informationnelle entre les firmes et les financeurs privés. Il est alors possible d'envisager que les firmes bénéficiant d'aides à l'innovation puissent également avoir plus de facilités à obtenir des financements privés pour exporter.

Un dernier argument concerne l'extension de la problématique de la contrainte financière à l'ensemble des barrières que rencontrent les firmes dans le cadre de leurs activités d'innovation et d'exportation (Harris et Li, 2009 ; Holtz *et al.,* 2010). La R&D joue ainsi un rôle important permettant aux firmes de dépasser les barrières à l'exportation. Cette explication peut se traduire, au sein des modèles de Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008) par une interdépendance entre les coûts irrécouvrables payés par les firmes.

En résumé, cette troisième section avait pour objectif d'isoler le lien direct entre les aides à l'innovation et l'activité d'export de la firme. La relation endogène entre innovation de produit et exportation est prise en compte en répliquant les résultats sur un échantillon de firmes innovantes en produit. Les aides à l'innovation ont ainsi un impact sur l'exportation de la firme qui ne passe pas par la réussite de son projet d'innovation (proposition 2). Ainsi, les décisions d'investissement en R&D peuvent influencer directement l'exportation de la firme. Si l'investissement en R&D a été considéré en filigrane tout au long de ce chapitre, l'effet des aides sur cette activité n'a pas été étudié explicitement jusqu'ici. En effet, les explications détaillées ci-dessus dépendent de l'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D des firmes. En d'autres termes, l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation ne permet pas de conclure à l'efficacité des politiques publiques. En effet, augmenter l'investissement en R&D constitue l'objectif principal de l'intervention publique en faveur de l'innovation. Le rapport de la CNEPI (2016, p. 9) indique que « *l'objectif d'augmenter les capacités privées de R&D mobilise aujourd'hui plus des deux tiers des moyens publics alloués à l'innovation, soit 6 milliards d'euros, principalement par le canal du CIR* ». Les firmes peuvent utiliser les aides publiques pour financer leur activité d'exportation au détriment de la R&D. Les firmes détourneraient alors les dispositifs publics de leur objectif principal afin de mener les activités qui leurs paraissent stratégiques. Il en résulterait un arbitrage au bénéfice de l'exportation (Roper et Love, 2002).
Le chapitre 4 a donc pour objectif d'étudier le rôle de l'investissement en R&D dans la relation entre aides à l'innovation et exportation des firmes (proposition 3).

Chapitre 4

Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Introduction générale
Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation en France : perspectives historique et internationale
Chapitre 2 : L'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Chapitre 3 : Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Evaluation de l'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D	L'impact de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation causale entre innovation de produit et exportation
- *Méthodologie par appariement* - *Enquêtes CIS5, EAE, puis* enquêtes CIS4 et CIS5 appareillées, EAE	- *Combinaison des méthodologies par appariement et bi-variées récursives* - *Enquêtes CIS4 et CIS5 appareillées, EAE*

Conclusion générale

Chapitre 4. Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes

Jusqu'ici, la décision d'investissement en R&D n'a pas été considérée de manière explicite au sein de l'analyse empirique. Les deux méthodes mises en œuvre dans le chapitre précédent ont intégré la R&D des firmes sous la forme d'une variable indépendante binaire. D'une part, cette simplification limite la validité des explications avancées. D'autre part, l'identification d'un effet positif des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes ne permet pas, à lui seul, de conclure à l'efficacité de l'intervention publique. Pour rappel, l'objectif principal poursuivi par les décideurs publics est de renforcer les capacités de R&D des firmes. L'objectif de ce chapitre est donc de comprendre si l'effet des aides à l'innovation sur l'exportation résulte d'une augmentation de l'investissement en R&D (proposition 3). Dans le cas contraire, cela impliquerait que les résultats observés précédemment sont la conséquence d'un arbitrage réalisé par la firme (Roper et Love, 2002) ou d'un effet de sélection (Heijs, 2003).

Tout d'abord, l'impact direct des aides à l'innovation sur l'exportation (proposition 2) peut être la conséquence d'un détournement des montants attribués par les décideurs publics. Les firmes utilisent l'argent public pour financer l'exportation de produits existants, et n'augmentent pas leur effort privé en R&D. Ensuite, l'existence d'un effet positif des aides sur l'innovation de produit (et sur l'exportation) peut être liée à une sélection inobservée des projets subventionnés, qui n'a pas été considéré dans le chapitre précédent (proposition 1).

Afin de tester le rôle central de la R&D dans les vecteurs identifiés jusqu'ici, ce chapitre est structuré en quatre étapes. Dans une première étape *(1)*, l'analyse par appariement menée au sein du chapitre 3 est répliquée. L'objectif est d'évaluer l'effet des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D pour la période 2004 – 2006. L'existence d'un effet positif permettrait de conclure que les aides à l'innovation impactent simultanément les décisions de R&D et d'exportation des firmes. Cependant, cette estimation ne donne aucune indication sur la validité de l'effet des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation de produit et exportation. Il est alors nécessaire de lever le biais potentiel de sélection des projets ayant la plus forte probabilité d'aboutir. Pour cela, trois autres étapes sont nécessaires.

Au sein de l'analyse bi-variée récursive, deux variables ont capté l'investissement en R&D et l'obtention d'une aide à l'innovation. Toutefois, les interactions entre ces deux déterminants n'ont pas été étudiées. En particulier, l'intensité d'investissement des firmes aidées peut être divisée en deux parties (Czarnitzki et Licht, 2006) :

- La R&D « non subventionnée » qui aurait été investie par les firmes en l'absence d'aide à l'innovation,
- La R&D « induite par l'intervention publique ».

Ces deux composantes de l'investissement en R&D peuvent être estimées par l'intermédiaire d'une méthode par appariement. La seconde étape *(2)* vise ainsi à évaluer l'effet additionnel des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D des firmes, entre 2002 et 2004. Les résultats démontrent une nouvelle fois, dans le cadre de cet échantillon, un effet significativement positif des aides à l'innovation sur l'intensité d'exportation des firmes. Ces intensités de R&D différenciées sont ainsi prédites au sein d'une troisième étape *(3)*.

La quatrième étape *(4)* consiste enfin à inclure ces deux variables dans l'analyse bi-variée récursive développée dans le chapitre 3, en tant que déterminants de l'innovation de produit. Au sein du modèle bi-varié récursif, la R&D induite par l'intervention publique impacte positivement la relation endogène entre innovation de produit et exportation. Cet effet constitue une extension de l'efficacité du dispositif, et n'est pas lié à un effet de sélection.

Ainsi, cette dernière méthodologie consiste en une combinaison des estimations réalisées jusqu'ici. Elle se rapproche de la méthode proposée par Czarnitzki et Hussinger (2004) et Czarnitzki et Licht (2006). Elle est également reprise, plus récemment, par Hottenrot et Lopes-Bento (2014).

Cette analyse nécessite cependant d'appareiller les deux vagues de l'enquête CIS. En effet, la probabilité d'innover en produit étant mesurée entre 2004 et 2006, expliquer cette variable à l'aide de l'investissement en R&D réalisé en 2006 n'aurait que peu de sens.

Précisons enfin que la taille de l'échantillon appareillé ne permet pas de différencier les aides en fonction de leur type. Le nombre de firmes ayant bénéficié d'une aide directe à l'innovation est trop faible pour obtenir des résultats fiables. Les différentes étapes de l'analyse sont détaillées dans le tableau 33.

Tableau 33 : Description des étapes de l'estimation économétrique

Etape 1	**Evaluation de l'effet des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D, pour l'échantillon 2004-2006 (méthode par appariement).**
	- Réplication de l'analyse menée dans le chapitre 3, afin d'estimer l'effet moyen des aides sur l'investissement de R&D en 2006
Etape 2	**Evaluation de l'effet des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D, pour l'échantillon appareillé 2002-2004 (méthode par appariement).**
	- Estimation de la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation - Détermination du score de propension - Appariement des échantillons traités et non traités - Estimation de l'effet moyen des aides sur l'intensité d'investissement en R&D en 2004
Etape 3	**Prédiction des intensités de R&D non subventionnée et induite par l'intervention publique**
	- Prédiction de l'intensité de R&D contrefactuelle, qui aurait été investie par la firme en l'absence d'intervention publique, pour l'année 2004 - Détermination des intensités de R&D : o Induite par l'intervention publique o Non subventionnée
Etape 4	**Estimation de l'effet de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation causale entre innovation de produit et exportation.**
	- Estimation du modèle bi-varié récursif en intégrant les mesures de l'intensité de R&D prédites pour l'année 2004 en tant que déterminant de l'innovation de produit, entre 2004 et 2006

1. L'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D (étapes 1 et 2)

1.1. Retour sur l'objectif principal des décideurs publics : évaluation de l'efficacité des aides à l'innovation *(étape 1)*

Cette première étape vise à étudier l'impact des aides à l'innovation sur les décisions d'investissement en R&D prises par les firmes. Comme déjà évoqué, favoriser la R&D des firmes constitue l'objectif principal poursuivi par les décideurs publics. Ainsi, observer un effort de la part des firmes en R&D constitue le principal indicateur d'efficacité de l'intervention publique en faveur de l'innovation (David *et al.,* 2000 ; Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014).

1.1.1. Echantillons mobilisés et statistiques descriptives

Afin d'évaluer l'impact des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D investie par les firmes, la méthodologie par appariement est répliquée. Les échantillons ainsi que les scores de propension utilisés sont identiques à ceux détaillés dans le chapitre précédent[75]. Pour rappel, l'utilisation de trois échantillons distincts permet de différencier l'impact des aides en fonction de leur type. Une attention particulière est alors portée sur l'effet des aides fiscales qui constituent le dispositif principal mobilisé par les décideurs publics :

- L'**échantillon total** compare les firmes ayant obtenu des aides à l'innovation indifférenciées *(échantillon traité)* à celles n'ayant bénéficié d'aucun dispositif *(échantillon témoin).*
- L'échantillon **DIRECT_0_06** compare les firmes ayant obtenu des aides fiscales uniquement *(échantillon traité)* à celles n'ayant bénéficié d'aucun dispositif *(échantillon témoin).*
- L'échantillon **DIRECT_1_06** compare les firmes ayant bénéficié à la fois d'aides fiscales et directes (*échantillon traité)* à celles ayant bénéficié d'aides directes uniquement *(échantillon témoin).*

75 Voir le tableau 15 pour une définition plus précise des échantillons et les tableaux 29 et 30 pour une définition des scores de propension.

Le modèle étudie l'impact des aides à l'innovation obtenues entre 2004 et 2006 sur l'intensité de R&D de la firme en 2006.

Il est également nécessaire de repréciser que les données issues des enquêtes CIS et EAE ne comprennent pas les montants d'aides dont ont bénéficié les firmes. Suivant la définition de Dimos et Pugh (2006), cette analyse n'a pas vocation à tirer des conclusions quant à l'additionnalité des aides à l'innovation sur la R&D privée. Elle vise à montrer l'existence d'un *« output de R&D induit par la subvention publique ».* En d'autres termes, cette analyse étudie la présence d'un effet d'éviction complet (la firme réduit son investissement en R&D au minimum du montant de la subvention) mais ne permet pas de distinguer la présence d'un effet d'éviction partiel (la firme investit tout ou une partie de la subvention en R&D, mais n'augmente pas sa R&D privée) et d'un effet additionnel (la firme augmente sa R&D privée à la suite de l'obtention de l'aide). Dans le cadre de cette thèse, une aide à l'innovation sera donc considérée comme efficace si au moins une partie du montant obtenu est investie en R&D.

Deux variables de résultat sont utilisées pour mesurer les activités de R&D de la firme. RDINT est le pourcentage de chiffre d'affaires dédié à la R&D interne, et RDTOT est le pourcentage de chiffre d'affaires total dédié à la R&D. La différence entre les deux variables capte les dépenses de R&D externes. Les tableaux 34 et 35 indiquent une différence moyenne significative entre les firmes traitées et non traitées, en termes d'intensité de R&D. Ce résultat est identique pour les trois échantillons considérés.

Tableau 34 : Statistiques descriptives relatives aux variables de R&D, échantillon total et DIRECT_0_06

	Firmes n'ayant obtenu aucune aide à l'innovation ***SUBVTOT=0***		*Firmes ayant obtenu une aide à l'innovation indifférenciée* ***SUBVTOT = 1***			*Firmes ayant obtenu uniquement une aide fiscale à l'innovation* ***FISCAL = 1***		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**
RDINT	.6580488	.085934	3.348709	.1812672	0.0000***	3.160189	.2311285	0.0000***
RDTOT	1.245759	.1268824	4.591279	.242382	0.0000***	4.0859	.3122222	0.0000***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Tableau 35 : Statistiques descriptives relatives aux mesures de la R&D, échantillon DIRECT_1_06

	Firmes ayant obtenu uniquement une aide directe à l'innovation ***DIRECT = 1 / FISCAL = 0***		*Firmes ayant obtenu uniquement des aides directes et fiscales à l'innovation* ***DIRECT = 1 / FISCAL = 1***		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**
RDINT	1.837545	.2332406	5.242824	.4921387	0.0000***
RDTOT	3.281958	.3274153	6.965686	.651031	0.0000***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

1.1.2. Résultats de l'appariement

La probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation est estimée à l'aide d'un modèle probit pour les trois échantillons. Ils comprennent les mêmes variables et se basent également sur les échantillons détaillés ci-dessus. En conséquence, les scores de propension identifiés ne diffèrent pas de ceux obtenus dans le chapitre précédent. Ils ne sont pas détaillés de nouveau ici. Il est alors possible d'obtenir directement l'effet moyen du traitement sur la R&D (*RDINT* et *RDTOT*) pour les firmes traitées. Les résultats de l'appariement sont synthétisés au sein du tableau 36[76].

76 De nouveau, nous avons répliqué ces estimations à l'aide de la commande PSMATCH2. Les résultats, équivalents à ceux présentés ici, sont disponibles en annexe 20.

Tableau 36 : Effet moyen des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D des firmes traitées

SUBVTOT	ATT	e.t.	t
ÉCHANTILLON TOTAL			
RDINT	1.305	0.302	4.320***
RDTOT	1.815	0.400	4.532***
FISCAL	ATT	e.t.	t
DIRECT_0_06			
RDINT	1.079	0.325	3.318***
RDTOT	1.289	0.434	2.973***
DIRECT_1_06			
RDINT	2.607	0.630	4.140***
RDTOT	3.204	0.817	3.919***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les aides à l'innovation impactent significativement l'intensité de R&D des firmes pour les trois échantillons considérés. Les firmes ayant bénéficié d'une aide à l'innovation, quel qu'en soit le type, ont augmenté leur intensité d'investissement en R&D interne (*RDINT*) de 1,305 % par rapport à la situation contrefactuelle. Cet effet s'élève à 1,815 % si les dépenses de R&D externes sont intégrées au calcul (*RDTOT*). La magnitude de cet effet peut être considérée comme importante. En effet, l'investissement moyen en R&D interne des firmes ayant bénéficié d'une aide indifférenciée s'élève à 3.35 %[77] (voir tableau 34, ci-dessus). Ce résultat est en cohérence avec la littérature sur l'évaluation des politiques en faveur de l'innovation (Zúñiga-Vicente *et al.*, 2014 ; Dimos et Pugh, 2016) ainsi que les différentes études françaises sur le sujet (Bozio *et al.*, 2014 ; Duguet, 2012 ; Lhuillery *et al.,* 2013). Selon Dimos et Pugh (2016), l'effet additionnel des aides à l'innovation sur *l'output* de R&D est en effet assez important[78]. De ce fait, l'hypothèse d'un effet d'éviction total peut être rejeté. Les firmes subventionnées utilisent au moins une partie des aides attribuées pour augmenter leur investissement en R&D. Ainsi, obtenir un soutien public à l'innovation, quel qu'en soit le type, impacte significativement l'investissement des firmes en R&D.

De même, bénéficier d'une aide fiscale a un effet significativement positif sur l'investissement en R&D des firmes, qu'elles aient été subventionnées directement ou non. Parmi les firmes

77 L'investissement moyen en R&D total des firmes ayant bénéficié d'une aide indifférenciée s'élève à 4.59 %.

78 Selon les auteurs, l'impact des aides apparaît cependant plus faible lorsque l'impact est considéré sur l'investissement en R&D privée.

n'ayant pas obtenu d'aides directes (échantillon **DIRECT_0_06**), celles ayant bénéficié d'incitations fiscales investissent en moyenne 1.079 % en R&D de plus, en comparaison de la situation contrefactuelle. Parmi les firmes ayant également bénéficié d'une aide directe (échantillon **DIRECT_1_06**), l'intervention fiscale induit une augmentation de l'investissement en R&D de 2.607 %. Ces résultats corroborent également les conclusions des principales études françaises (Mulkay et Mairesse, 2004, 2013 ; Lhuillery *et al.,* 2013) et internationales sur l'efficacité des aides fiscales à l'innovation (Becker, 2015). Par ailleurs, le groupe de référence utilisé étant différent de celui utilisé par Bérubé et Mohnen (2009), ce résultat permet de compléter leur analyse. Bénéficier de plusieurs types d'aides à l'innovation est plus efficace pour favoriser l'investissement en R&D que l'attribution d'une aide directe uniquement. (Lhuillery *et al.,* 2013). Il est de nouveau possible, pour ces firmes, de rejeter l'hypothèse d'effet d'éviction total.

Un test de robustesse est ici encore effectué pour contrôler le caractère censuré des variables de résultat (Wooldridge, 2011). Les estimations ont été répliquées sur les seules firmes investissant en R&D (RDINT>0). Cette analyse de sensibilité, détaillée en annexe 16, conduit à conclure que les résultats obtenus ne sont pas affectés par un problème de censure de l'investissement en R&D.

L'estimation a ensuite été répliquée pour les firmes innovantes en produit. Le tableau 37 synthétise les résultats de l'appariement :

Tableau 37 : Résultats de l'estimation pour les firmes innovantes en produit

SUBVTOT	ATT	e.t.	t
***ECHANTILLON TOTAL**, INNOPRODUIT =1*			
RDINT	1.635	0.326	5.014***
RDTOT	1.944	0.431	4.508***
FISCAL	ATT	e.t.	t
***DIRECT_0_06,** INNOPRODUIT =1*			
RDINT	1.285	0.343	3.751***
RDTOT	1.421	0.471	3.016***
***DIRECT_1_06,** INNOPRODUIT =1*			
RDINT	2.646	0.755	3.505***
RDTOT	3.214	0.982	3.271***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Ces résultats apportent un éclairage supplémentaire sur la nature de l'effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation. La possibilité d'un arbitrage au bénéfice de l'exportation (Roper et Love, 2002) ne reçoit pas d'écho dans notre analyse. Les résultats soutiennent l'existence de décisions jointes au regard de l'investissement en R&D et de l'exportation. Bénéficier d'une aide à l'innovation influence simultanément les décisions stratégiques des firmes en R&D et en exportation (Aw *et al.,* 2008). Les explications avancées restent identiques à celles détaillées dans le chapitre 3. L'existence d'un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation peut donc être effectivement interprété comme une extension de l'efficacité de l'intervention publique. Il s'agit en effet d'un impact non prévu dans la conception des dispositifs publics à l'innovation mais qui tend à en augmenter l'effet global. En revanche, pour le sous échantillon **DIRECT_1_06,** aucun effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation n'a été observé. Ainsi, le résultat obtenu permet de conclure que les firmes ayant bénéficié d'une aide fiscale en plus d'une aide directe ont tendance à se focaliser sur l'activité subventionnée. L'effet moyen des aides fiscales sur l'intensité d'investissement en R&D est, pour ce sous-échantillon, bien plus important que pour **DIRECT_0_06.**

1.2. L'impact des aides à l'innovation entre 2002 et 2004, pour l'échantillon appareillé *(étape 2).*

1.2.1. Appariement des deux vagues de l'enquête CIS

Les résultats obtenus dans l'étape 1 ne permettent pas d'identifier si la R&D induite par l'intervention publique impacte significativement l'innovation de produit et, de ce fait, la relation causale entre innovation de produit et exportation. Pour cela, il est tout d'abord nécessaire d'évaluer de nouveau l'effet des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D, mais pour la période 2002-2004 (enquête **CIS4**). En effet, dans l'analyse bi-variée récursive, l'innovation de produit est mesurée sur la période 2004 - 2006. Pour éviter d'être confronté à un biais de simultanéité entre les mesures de R&D et l'innovation de produit, les deux vagues de l'enquête CIS (2002-2004 et 2004-2006) ont été appareillées. Ensuite, le lien endogène entre innovation de produit et exportation est estimé pour la période 2004-2006 (**CIS*5***). Réaliser cet appariement affecte la représentativité de l'échantillon. En effet, comme il a été mentionné précédemment, les firmes sollicitées pour chacune des vagues de l'enquête

sont les plus grandes (plus de 250 salariés). Enfin, les déterminants de l'attribution des aides sont mesurés pour l'année 2001. Il en résulte un échantillon comprenant 1724 firmes industrielles françaises, employant plus de 19 salariés, présentes dans la base entre 2001 et 2006. Ce choix implique également d'exclure de l'échantillon les firmes créées depuis moins de 3 ans en 2006. Les résultats obtenus ci-après doivent donc être interprétés avec prudence. Au sein de cette seconde étape, la plupart des variables restent identiques à celles utilisées jusqu'ici. Seules les années de mesure diffèrent.

Le tableau 38 synthétise les caractéristiques des déterminants de l'intervention publique pour cet échantillon. Les firmes ayant bénéficié d'une aide indifférenciée à l'innovation sont en moyenne significativement différentes de celles n'en ayant pas obtenu pour l'ensemble des variables indépendantes intégrées dans l'estimation. En particulier, elles investissent en R&D de manière plus intensive. Elles sont également plus productives. Par ailleurs, elles investissent plus fréquemment en R&D de manière continue. Il en est de même pour l'exportation passée. Enfin, une proportion plus importante de jeunes firmes a été subventionnée.

Tableau 38 : Statistiques descriptives pour l'échantillon appareillé (enquêtes CIS4 et CIS5)

INNOPRODUIT	*SUBVTOT* = 0		*SUBVTOT* = 1		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**
Variables incluses dans le modèle probit					
EXPDUM_01	.8381706	.0109271	.955595	.0086893	0.0000***
RDCONT_02_04	.3148637	.0137804	.7708703	.0177281	0.0000***
LNTFP_01	.019349	.0053959	.0372697	.0078018	0.0002***
LNL2001	5.188352	.033843	6.064943	.0515397	0.0000***
LNKEMP2001	.6870714	.0028876	.7260203	.0039589	0.0000***
GROUPDOM_04	.7414248	.0129909	.8756661	.0139186	0.0000***
FOREIGN_04	.3368514	.0140228	.3907638	.0205817	0.0288**
AGEDUM_01	.1020229	.0089803	.1236767	.00133895	0.0000***
Variables de résultat					
RDINT_04	.7011981	.0852572	3.161178	.215207	0.0000***
RDTOT_04	1.300677	.1539781	4.31849	.2780668	0.0000***
NB. OF OBS.	1158		566		1724

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Au seuil retenu de $|\rho| > 0.6$ aucune relation ne laisse suspecter l'existence d'un biais de multicolinéarité (Cf. Annexe 21). Suivant la méthode par appariement détaillée dans la section précédente[79], la probabilité de bénéficier d'une aide indifférenciée à l'innovation entre 2002 et 2004 est estimée. La spécification du modèle est identique à celle employée précédemment.

1.2.2. Résultats de l'analyse par appariement pour la période 2002-2004

Le tableau 39 détaille les résultats du modèle probit, estimant la probabilité de bénéficier d'une aide indifférenciée à l'innovation entre 2002 et 2004. Les coefficients des variables explicatives correspondent à leurs effets marginaux. La qualité du modèle est bonne au regard du taux de prédictions correctes (76,80 %) largement supérieur à la prédiction naïve (égale à 50 % dans le cas d'un modèle à choix binaire).

79 Voir l'annexe 11, ainsi que le tableau 25.

Tableau 39 : Résultat du modèle probit sur la période 2002-2004

SUBVTOT_04	**dy/dx**
EXPDUM_01	0.389
	[0.133]***
RDCONT_02_04	0.877
	[0.075]***
LNTFP_01	0.164
	[0.198]
LNL_01	0.231
	[0.059]***
LNKEMP_01	0.039
	[0.023]*
GROUPDOM_02_04	-0.258
	[0.107]**
FOREIGN_02_04	-0.268
	[0.080]***
AGEDUM_01	0.226
	[0.114]**
5 variables sectorielles incluses	
N =	1724
Pseudo R2	0.2017
Log likelihood	-871.43808
% de prédictions correctes	76,80 %

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les variables explicatives de la probabilité de bénéficier d'une aide publique entre 2002 et 2004 sont assez similaires à celles identifiées pour la période 2004-2006 (enquête **CIS5**). Tout d'abord, la taille de la firme impacte positivement la probabilité d'obtenir une aide directe indifférenciée. Les firmes ayant investi en continu en R&D sur la période (*RDCONT_02_04*) ont également une probabilité significativement plus importante de bénéficier d'une aide publique. Avoir une activité de R&D passée soutenue augmente la probabilité d'être aidé de 87,7 %. De même, les firmes qui exportaient en 2001 (*EXPDUM_01*) ont une probabilité d'obtenir une aide indifférenciée plus importante, de l'ordre de 38,9 %. De nouveau, le fait d'appartenir à un groupe français impacte négativement la probabilité de bénéficier d'une

intervention publique. Enfin, les firmes les plus intensives en capital sont plus fréquemment subventionnées par les décideurs publics.

Certaines différences entre les résultats obtenus pour l'échantillon de référence (2004-2006) et l'échantillon appareillé peuvent être constatées. En effet, il est ici possible de nuancer l'existence d'une stratégie de sélection des gagnants de la part des décideurs publics (Wallsten, 2000 ; Blanes et Busom, 2004).

Les résultats montrent que le fait d'être une jeune firme (*AGEDUM_01*) impacte positivement la probabilité de bénéficier d'un dispositif public. Ce résultat est en cohérence au regard de la littérature. A l'inverse, les firmes appartenant à un groupe étranger (*FOREIGN_02_04*) ont une probabilité plus faible d'être subventionnées. Ce résultat est conforme aux critères d'attribution du CIR. Ce dernier, alors attribué sur la base d'un critère incrémental, pouvait apparaître complexe pour les firmes étrangères. De plus, les aides à l'innovation peuvent ne pas être destinées aux filiales de groupes étrangers (Clausen, 2009). Enfin, la productivité passée de la firme (*LNTFP_01*) n'impacte pas la probabilité de bénéficier d'une aide publique à l'innovation. Au total, ces trois résultats indiquent que les décideurs publics tendent à favoriser les firmes indépendantes et plus jeunes. Leurs besoins en termes de financements publics sont plus importants, afin de mener à bien leurs projets d'innovation (Hall, 2002, 2005).

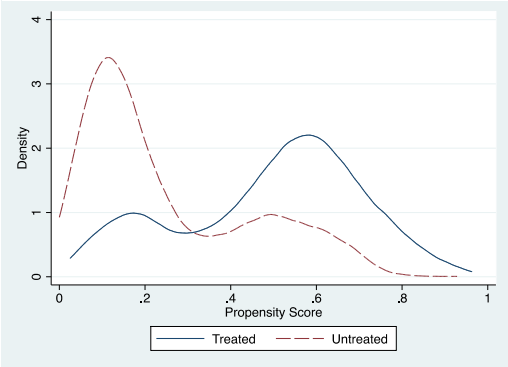
Le score de propension est ensuite déterminé pour les firmes subventionnées et non subventionnées[80]. Le tableau 40 présente les caractéristiques du score de propension tandis que le graphique 19 donne une représentation graphique des fréquences pour chacun des deux groupes.

80 Afin de mener à bien la seconde étape de cette analyse, il est nécessaire de recourir à la commande PSMATCH2, disponible sur le logiciel STATA.

Tableau 40 : Caractéristiques du score de propension

Caractéristiques du score de propension	
Nombre d'observations	1724
Firmes traitées	566
Échantillon témoin	1156
Hors du support commun	2
% hors du support commun	0,12 %

Graphique 19 : Densités kernel des scores de propension pour les firmes traitées et non traitées



Le pourcentage de firmes hors du support commun, inférieur à 1 % de l'échantillon total, peut être qualifié de négligeable. Le graphique 19 indique par ailleurs un très large support commun. Le test de balance des échantillons n'indique aucune différence significative entre les firmes traitées et non traitées, pour chacun des déterminants considérés (Cf. annexe 22). L'appariement est de bonne qualité. Les résultats de l'appariement sont synthétisés au sein du tableau 41.

Tableau 41 : Résultats de l'analyse par appariement sur l'intensité de R&D investie en 2004

SUBVTOT	**n.treat.**	**n. contr.**	**ATT**	**e.t.**	**T-stat**
RDINT_04	566	1156	2.01369	.3093957	6.51***
RDTOT_04	566	1156	2.018064	.853114	2.37**

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les firmes ayant bénéficié d'aides à l'innovation entre 2002 et 2004 augmentent en moyenne leur investissement en R&D interne (totale) de 2,01 % (2,02 %) en 2004. L'hypothèse d'effet d'éviction complet des aides publiques à l'innovation peut, de nouveau, être rejetée. Les firmes subventionnées entre 2002 et 2004 utilisent au moins une partie du financement qui leur est accordé pour augmenter leur investissement en R&D en 2004. Ce résultat constitue une nouvelle indication de l'efficacité des dispositifs publics français (Duguet, 2012 ; Lhuillery *et al.*, 2013 ; Bozio *et al.,* 2014).

En résumé, ces deux premières étapes ont permis de montrer que les aides à l'innovation impactent positivement l'intensité d'investissement en R&D des firmes. En effet, pour les deux échantillons étudiés, bénéficier d'une aide à l'innovation indifférenciée impacte positivement la part du chiffre d'affaires investie en R&D par les firmes. Aucun effet d'éviction n'est alors observé. De plus, pour la période 2004-2006, les résultats obtenus confirment l'efficacité des aides fiscales en faveur de l'innovation. Cette section permet alors de conclure que les aides à l'innovation induisent bien des décisions simultanées en R&D et en exportation.

Dans une troisième étape, les résultats de l'estimation par appariement menée sur l'échantillon appareillé sont utilisés pour distinguer la R&D « induite par l'intervention publique » et « non subventionnée ».

2. L'impact de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation endogène entre innovation de produit et exportation *(étapes 3 et 4)*

2.1. Définition et détermination des mesures de R&D « induite par l'intervention publique » et « non-subventionnée » *(étape 3)*

2.1.1. Définition des mesures

La troisième étape de cette analyse consiste à « ouvrir » la boite noire de la R&D, afin d'identifier la part d'investissement induite par les aides à l'innovation. L'estimation par appariement a montré que les aides publiques à l'innovation ont un effet positif sur la part du chiffre d'affaires investie en R&D. D'une part, le budget dont disposent les firmes est augmenté du montant du financement obtenu. D'autre part, les firmes décident d'intensifier ou de réduire leur investissement en R&D privée. La somme de ces deux phénomènes constitue l'intensité de R&D induite par l'intervention publique. Celle-ci ne peut être prédite directement à partir de l'analyse par appariement. Il est en revanche possible de déterminer l'intensité de R&D non subventionnée par le biais d'aides à l'innovation, $\widehat{y_t^0}$.

Cette mesure est définie par la relation suivante :

$$\widehat{y_i^0} = \begin{cases} \overline{y_i} \ \ si \ \ S = 1 \\ y_i \ si \ S = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Avec S, le fait d'obtenir une aide indifférenciée à l'innovation et y_i, la part totale du chiffre d'affaires investie en R&D. $\overline{y_i}$ mesure l'intensité de R&D que les firmes subventionnées entre 2002 et 2004 auraient investi en 2004 en l'absence d'intervention publique. Il s'agit du contrefactuel synthétique pour l'échantillon traité. Celui-ci est déterminé à partir de la méthode du Kernel. $\overline{y_i}$ est prédit par l'estimation par appariement menée au cours de la première étape. Cette définition est identique à celle proposée par Czarnitzki et Hussinger (2004) et Czarnitzki et Licht (2006).

L'intensité de R&D induite par l'intervention publique est ensuite déduite à partir de $\widehat{y_i^0}$:

$$\widehat{y_i^1} = y_i - \widehat{y_i^0} \equiv \begin{cases} y_i - \overline{y_i} \ \ si \ \ S = 1 \\ 0 \qquad\quad si \ S = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Pour les firmes ayant bénéficié d'une aide à l'innovation, y_i^1 est égal à la différence entre l'intensité d'investissement en R&D de chaque firme aidée et la situation contrefactuelle. y_i^1 est égal à 0 pour les firmes n'ayant pas bénéficié d'aides à l'innovation. En l'absence de données relatives au montant des aides obtenues par les firmes, y_i^1 ne permet pas de différencier le montant de l'aide obtenue du montant de R&D privée induite par les aides (effet additionnel sur *l'output* de R&D)[81]. Elle constitue néanmoins un bon indicateur du comportement de la firme à la suite de l'intervention publique.

Les variables *Y_1_INT* et *Y_1_TOT* mesurent respectivement la part du chiffre d'affaires investie en R&D, interne et totale, induite par l'intervention publique. *Y_0_INT* et *Y_0_TOT* mesurent respectivement la part du chiffre d'affaires investi en R&D interne et totale, non subventionnée.

Les montants de R&D induits par l'intervention publique et non subventionnés sont ensuite introduits en tant que déterminants de la probabilité d'innover en produit. La probabilité d'innover I_i^* est estimée par la relation suivante :

[81] Par exemple, observer que les aides à l'innovation induisent une augmentation de l'intensité de R&D peut être uniquement due au montant du financement public alors que la firme a réduit son investissement en R&D privée.

$$I_i^* = \beta_1 \widehat{y_i^1} + \beta_2 \widehat{y_i^0} + \beta_3 X'_{2i} + Z'_1 + \varepsilon_{2i} \quad (11)$$

Avec X' un vecteur regroupant les déterminants de la probabilité d'innover en produit identifiés précédemment, Z'_1le vecteur de variables instrumentales et ε_{2i}, le terme d'erreur. Tout comme dans la section précédente, la probabilité simultanée d'innover en produit et d'exporter est estimée à l'aide d'un modèle bi-varié récursif. Le système d'équations est le suivant :

$$\begin{cases} E_i^* = \beta_1 I_i + X'_{1i} + \varepsilon_{1i}, \\ I_i^* = \beta_1 \widehat{y_i^1} + \beta_2 \widehat{y_i^0} + X'_{2i} + Z'_1 + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (12)$$

La variable latente E_i^* (probabilité d'exporter) est expliquée par la variable I_i^* (probabilité d'innover en produit), ainsi que par une combinaison linéaire de variables explicatives X'_{1i} (déterminants de l'activité d'exportation). ε_{1i} représente le résidu. Z'_1 correspond au vecteur de variables instrumentales.

2.1.2. Caractéristiques des variables prédites

Les caractéristiques des variables de R&D « induite par l'intervention publique » et « non subventionnée » sont synthétisées dans le tableau 42

Tableau 42 : Statistiques descriptives pour les variables mesurant la R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée

Variable	Obs.	Moyenne	Écart type
	Echantillon total		
Y_1_INT	1722	.6702623	3.079225
Y_1_TOT	1722	.671014	4.160144
Y_0_INT	1722	.8465906	2.407834
Y_0_TOT	1722	1.630278	4.612433
	Échantillon traité		
Y_1_INT	566	2.021483	5.088596
Y_1_TOT	566	2.02375	7.036766
Y_0_INT	566	1.139696	.8375548
Y_0_TOT	566	2.294741	3.030501
	Y_1_INT <0 ; Y_1_TOT <0		
	(R&D induite par l'intervention publique négative)		
Y_1_INT	118 (20,85 %)	-.7811378	.7506924
Y_1_TOT	133 (23,50 %)	-2.010756	3.198349

Pour l'échantillon total, l'intensité de R&D interne induite par l'intervention publique s'élève en moyenne à 0.670 % du chiffre d'affaires. Les données sont équivalentes si l'on considère l'intensité de la R&D totale. En moyenne, l'intensité de R&D non subventionnée interne (ou totale) est égale à 0.847 % (1.630 %) du chiffre d'affaires des firmes. Par ailleurs, les firmes ayant bénéficié d'une aide à l'innovation investissent plus intensément en R&D, que celle-ci soit induite par l'intervention publique ou non subventionnée. Toutefois, il est intéressant de remarquer que l'intensité de R&D induite par l'intervention publique prédite est négative pour 20,85 % (23,50 %) des firmes aidées. Cela implique qu'il existe, pour ces firmes, un effet d'éviction. Ce dernier est défini de la manière suivante :

$$Y_1_INT < 0 \equiv RDINT < Y_0_INT \quad (12)$$

$$Y_1_TOT < 0 \equiv RDTOT < Y_0_TOT \quad (13)$$

L'intensité de R&D induite par l'intervention publique est inférieure à 0 (donc inférieure à la situation contrefactuelle prédite) pour la firme aidée en 2004. La firme aurait ainsi investi une

intensité de R&D supérieure en l'absence d'intervention publique (Busom, 2000 ; David *et al.* 2000 ; Klette *et al.* 2000). Cela indique que la firme a utilisé une partie de la subvention dont elle a bénéficié pour investir dans d'autres activités que l'innovation et n'a pas investi de R&D privée additionnelle. L'effort d'investissement en R&D est donc uniquement lié à l'intervention publique. La proportion de firmes aidées pour lesquelles un effet d'éviction est prédit par le modèle est équivalente aux résultats de Busom (2000). L'auteur concluait qu'un tel effet pouvait être constaté pour 20 % des firmes étudiées. Ce résultat conduit alors à nuancer l'effet moyen obtenu précédemment : Si bénéficier d'une aide à l'innovation entre 2002 et 2004 impacte positivement en moyenne l'intensité de R&D investie par les firmes en 2004, cela n'est pas vérifié pour toutes les firmes. Il permet également de pointer les limites de l'hypothèse de décision unique qui sous-tend le cadre théorique mobilisé. Les résultats obtenus dans cette thèse peuvent ainsi permettre au décideur public d'orienter la conception des dispositifs d'aides à l'innovation, mais ne sont pas observés pour chacune des firmes considérées.

Cette étape a permis de distinguer l'effort d'investissement en R&D induit par l'intervention publique et non subventionnée pour l'année 2004. La méthodologie est directement déduite de la littérature évaluant l'impact des aides à l'innovation sur l'innovation technologique[82]. Dans cette étude, la R&D induite par l'intervention publique est définie comme la différence entre la situation contrefactuelle et le montant réellement investi. La dernière étape de cette analyse consiste à intégrer les 4 variables définies ci-dessus au sein de l'analyse bi-variée récursive en tant que déterminants de l'innovation de produit.

2.2. L'impact de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation endogène entre l'innovation de produit et l'exportation *(étape 4)*

Dans cette dernière étape, les variables d'intensité de R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée sont introduites dans le modèle bi-varié récursif. L'objectif est d'examiner la relation conjointe entre l'innovation de produit et l'exportation pour la période 2004–2006.

82 De nouveau, voir Czarnitzki et Hussinger (2004) ; Czarnitzki et Licht (2006) ; Czarnitzki *et al.* (2011).

Dans cette estimation, les variables de subvention (*SUBVTOT* ; égale à 1 si la firme a bénéficié d'une aide à l'innovation) et de R&D (*RD_GLOBAL* ; égale à 1 si la firme a investi en R&D sur la période) ne sont plus considérées comme des déterminants indépendants de la probabilité d'innover en produit. Ces dernières sont remplacées par les intensités de R&D induite par l'intervention publique (*Y_1_INT* ou *Y_1_TOT*) et non subventionnée (*Y_0_INT* ou *Y_0_TOT*). Les autres variables incluses dans l'estimation restent identiques à celles définies dans la section précédente. Le Tableau 43 synthétise les caractéristiques des variables considérées dans la première équation, selon si les firmes sont innovantes ou non en produit.

Tableau 43 : Caractéristiques des déterminants de l'innovation de produit, échantillon appareillé

	INNOPRODUIT = 0		*INNOPRODUIT = 1*		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**
Intensités de R&D prédites					
Y_1_INT	*.1618116*	*.0593324*	*1.095802*	*.1261873*	*0.0000****
Y_0_INT	*.3920009*	*.0558297*	*1.227052*	*.0947647*	*0.0000****
Y_1_TOT	.3126422	.0905976	1.716848	.1530712	*0.0000****
Y_0_TOT	.9709472	.1684855	2.223149	.1382187	*0.0000****
Autres variables indépendantes					
LNTFP_04	.0291383	.0064624	.0886609	.0066923	0.0000***
LNW_04	3.274104	.0099125	3.397077	.0087679	0.0000***
LNL_04	5.010337	.0397909	5.900562	.0383966	0.0000***
GROUPE	.6219355	.0174295	.8488121	.0117786	0.0000***
Variables instrumentales					
EQUIP	.2116129	.0146815	.812095	.012844	0.0000***
FORMATION	.1729032	.0135928	.7019438	.0150394	0.0000***
PATREG	140.5655	3.197846	166.0329	2.981941	0.0000***
Nb. d'obs.	785		937		1722

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Conformément à l'analyse menée dans le chapitre précédent, les firmes innovantes en produit entre 2004 et 2006 ont des caractéristiques différentes de celles n'ayant pas innové sur la période. En particulier, elles ont en moyenne des dépenses en R&D induites par l'intervention publique et non subventionnées plus importantes (*Y_0_INT* ; *Y_1_INT ;*

Y_0_TOT ; Y_1_TOT). De même, les firmes innovantes en produit sont plus grandes (*LNL_04)*, plus productives (*LNTFP_04)*, font plus souvent partie d'un groupe (*GROUPE*) et distribuent des salaires plus élevés que les autres (LNW_04). Enfin, elles ont plus souvent recours à l'achat d'équipement et à la formation dans le cadre de leur activité d'innovation (*EQUIP, FORMATION)*. Elles aussi sont situées dans des régions plus innovantes (*PATREG*).

Le tableau 44 synthétise ensuite les variables incluses au sein de la seconde équation en fonction du statut d'exportation de la firme. A l'image de nos premières observations, les firmes exportatrices en 2006 ont des caractéristiques différentes de celles présentes uniquement sur le marché domestique.

Tableau 44 : Caractéristiques des déterminants de l'exportation, échantillon appareillé

	EXPDUM = 0		*EXPDUM = 1*		
	Moyenne	**E-t**	**Moyenne**	**E-t**	**P-value**
INNOPRODUIT	.3782609	.0037442	.5777339	.0126813	0.0000***
EXPDUM_05	.1803279	.0284981	.9782609	.0037442	0.0000***
FOREIGN	.4918033	.0370575	.386693	.0125034	0.0060***
LNTFP_06	.0189502	.0157637	.0867654	.0051856	0.0000***
LNK_06	8.064237	.1235406	9.261059	.0474093	0.0000***
LNW_06	3.281093	.0236594	3.412077	.006909	0.0000***
INNOPROCEDE	.284153	.0334311	.4710145	.0128158	0.0000***
Nb. d'obs.	204		1518		1722

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Les firmes exportatrices sont, en moyenne, significativement plus innovantes en produit et en procédé (*INNOPRODUIT, INNOPROCEDE*). Elles ont également plus fréquemment exporté l'année précédente (*EXPDUM_05*). Elles sont par ailleurs plus productives (*LNTFP_06*), disposent d'un niveau de capital plus important (*LNK_06*) et distribuent des salaires plus élevés (*LNW_06*). En revanche, le pourcentage de firmes exportatrices présentes dans un groupe international est plus faible que pour les firmes non exportatrices (*FOREIGN*). Notons enfin que la variable *AGEDUM_06* n'est pas incluse dans l'analyse, puisque toutes les firmes observées dans cet échantillon ont plus de 3 ans en 2006.

Les résultats de l'estimation bi-variée récursive sont présentés dans le tableau 45. La relation endogène entre innovation de produit et exportation est étudiée à l'aide de cinq modèles distincts. Les modèles 1 à 4 intègrent les variables d'intensités de R&D interne, induites par l'intervention publique et non subventionnée (*Y_0_INT*, *Y_1_INT)*, en tant que déterminants de l'innovation de produit. Ces variables permettent de détailler l'impact de l'intervention publique sur la relation causale entre innovation de produit et exportation.

Comme dans le chapitre 3, **les modèles 1 à 3** testent différentes spécifications pour l'équation d'exportation. Ainsi, la première équation étudiée intègre directement la récursivité (*INNOPRODUIT*) et l'exportation passée (*EXPDUM_05*). Seuls les effets potentiels du capital humain (*LNW_06*) et de l'introduction simultanée d'innovations de procédé (*INNOPROCEDE)* font l'objet d'une considération spécifique. De plus, pour l'échantillon appareillé, l'effet du salaire moyen par employé (*LNW_06*) apparaît linéaire. La variable (*LNW2_06*) n'est donc pas incluse dans l'équation d'innovation.

Le modèle 4 intègre ensuite une correction de la multicolinéarité, telle que définie précédemment. Au seuil de 0.6, seule une corrélation entre les variables *FORMATION* et *EQUIP* est observée (Cf. annexe 23).

Le modèle 5 étudie les effets des intensités de R&D totales, induites par l'intervention publique et non subventionnée (*Y_0_TOT, Y_1_TOT*).

Le *« Wald test du chi-2 »* n'est pas significatif, pour l'ensemble des spécifications du modèle étudiées. Cela signifie qu'il est possible de rejeter l'hypothèse de corrélation des erreurs. Il aurait été possible, dans ce dernier cas, d'estimer deux modèles probit simple.

Par ailleurs, les modèles sont de bonne qualité, avec un taux de prédictions correctes compris entre 76,89 % et 77,53 % (comparativement au taux naïf de 25 %). Les critères d'Akaike et Schwaartz indiquent enfin que la correction de la multicolinéarité permet d'améliorer la qualité globale du modèle. Cela montre que la correction proposée permet de prendre en compte une hétérogénéité qui n'avait pas été observée jusque-là.

Tableau 45 : Résultats de l'analyse bi-variée récursive pour l'échantillon appareillé

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	R&D interne				R&D totale
Equation 1 : **INNOPRODUIT** *(14 variables sectorielles incluses)*					
Y_1_INT	0.044	0.044	0.044	0.041	
	[0.018]**	[0.018]**	[0.018]**	[0.018]**	
Y_0_INT	0.079	0.079	0.079	0.073	
	[0.038]**	[0.038]**	[0.038]**	[0.036]**	
Y_1_TOT					0.013
					[0.008]*
Y_0_TOT					0.010
					[0.006]**
LNTFP_04	-0.150	-0.159	-0.159	-0.186	-0.212
	[0.261]	[0.262]	[0.262]	[0.260]	[0.257]
LNW_04	0.332	0.346	0.346	0.343	0.419
	[0.185]*	[0.186]*	[0.186]*	[0.184]*	[0.183]**
LNL_04	0.143	0.142	0.142	0.124	0.137
	[0.037]***	[0.037]***	[0.037]***	[0.038]***	[0.037]***
GROUPE_04	0.309	0.308	0.308	0.314	0.302
	[0.097]***	[0.097]***	[0.097]***	[0.097]***	[0.097]***
EQUIP_06	1.165	1.165	1.165	1.127	1.126
	[0.084]***	[0.084]***	[0.084]***	[0.085]***	[0.085]***
FORMATION_06	0.716	0.716	0.716	0.684	0.692
	[0.087]***	[0.087]***	[0.087]***	[0.088]***	[0.087]***
PATREG_06	-0.0003	-0.0003	-0.0003	-0.0003	-0.0003
	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]
FORMEQUIP_06				0.255	0.280
				[0.087]***	[0.087]***
CONSTANT	-2.788	-2.826	-2.826	-2.790	-3.018
	[0.576]***	[0.576]***	[0.577]***	[0.575]***	[0.572]***
Equation 2 : **EXPDUM** *(14 variables sectorielles incluses)*					
LNTFP_06	0.380	-0.012	-0.012	-0.010	-0.012
	[0.360]	[0.444]	[0.444]	[0.445]	[0.444]
FOREIGN	-0.351	-0.363	-0.363	-0.361	-0.361
	[0.126]***	[0.126]***	[0.129]***	[0.129]***	[0.128]***
LNK_06	0.148	0.112	0.112	0.115	0.116
	[0.039]***	[0.042]***	[0.042]***	[0.042]***	[0.042]***
INNOPRODUIT	0.219	0.212	0.217	0.209	0. 179
	[0.098]**	[0.097]**	[0.099]**	[0.112]*	[0.102]*
EXPDUM_05	2.766	2.764	2.763	2.754	2.750
	[0.142]***	[0.143]***	[0.144]***	[0.145]***	[0.146]***
LNW_06		0.620	0.621	0.625	0.632
		[0.311]**	[0.313]**	[0.312]**	[0.312]**
INNOPROCEDE			0.003	0.026	0.032
			[0.165]	[0.166]	[0.167]
CONSTANT	-2.047	-3.633	-3.634	-3.644	-3.660
	[0.401]***	[0.921]***	[0.923]***	[0.920]***	[0.920]***
Observations	1722	1722	1722	1722	1722
ρ	0.164	0.189	0.190	0.239	0.251
	[0.155]	[0.158]	[0.180]	[0.189]	[0.196]
LL	-956.01	-954.08909	-958.18853	-949.70536	-957.2381
% prédictions correctes	77,18 %	76,83 %	76,95 %	77,12 %	77,53 %
AIC	1998.02	1996.178	1998.178	1991.411	2006.476
BIC	2232.373	2235.982	2243.432	2242.114	2257.18

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Le **modèle 1** étudie l'impact de l'innovation de produit (*INNOPRODUIT*) sur la probabilité que la firme exporte (*EXPDUM*), lorsque la récursivité et l'exportation passée (*EXPDUM_05*) sont prises en compte. Les résultats montrent, de nouveau, que l'innovation de produit (entre 2004 et 2006) impacte la probabilité que la firme exporte (en 2006). Ils mettent également en évidence que la R&D interne induite par l'intervention publique (*Y_1_INT*) impacte positivement la probabilité d'innover en produit. Ces constats corroborent les conclusions des différentes études mettant en évidence un effet de l'intervention publique sur l'innovation technologique (Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Czarnitzki et Licht, 2006 ; Czarnitzki *et al.,* 2011 ; Dimos et Pugh, 2016). Cette R&D induite impacte indirectement l'activité d'exportation des firmes, *via* un impact positif sur l'innovation de produit. De même, l'intensité de R&D non subventionnée (*Y_0_INT*) a un impact positif sur la probabilité d'innover en produit.

Cette dernière analyse montre que l'investissement en R&D joue un rôle important dans le lien identifié en synthèse du chapitre 2 (proposition 1). En effet, les aides à l'innovation impactent la relation causale entre innovation de produit et exportation en favorisant leur investissement en R&D. Cela conforte alors l'argument que l'effet identifié au sein de la section précédente constitue bien une extension de l'efficacité de la politique d'innovation. Les résultats indiquent que l'impact des aides à l'innovation sur l'activité d'exportation des firmes ne provient pas uniquement d'une sélection des projets d'innovation ayant la plus forte probabilité d'aboutir (Blanes et Busom, 2004). Les décideurs publics ne financent pas uniquement les projets ne nécessitant pas d'effort supplémentaire en R&D de la part des firmes. Par ailleurs, il est possible de rejeter l'argument selon lequel les firmes soumettent uniquement des projets presque aboutis, afin de pouvoir justifier rapidement les montants attribués. Enfin, l'impact des aides à l'innovation sur l'innovation de produit ne peut pas être qualifié « d'effet placébo ». Le seul fait de bénéficier d'une aide à l'innovation n'induit pas la réussite du projet d'innovation, indépendamment de l'investissement de R&D.

Les **modèles 2 et 3** intègrent deux autres déterminants (niveau de salaire LNW_06 et innovation de procédé INNOPROCEDE) de l'activité d'exportation, afin d'améliorer l'exhaustivité du modèle présenté. Le niveau de salaire a un impact positif sur la probabilité que la firme innove en produit. Par ailleurs, introduire des innovations de procédé sur la période n'impacte pas significativement la probabilité d'exporter (Becker et Egger, 2013). Ces constats sont à la fois cohérents avec la littérature sur le lien entre innovation et exportation, ainsi qu'avec les résultats déjà obtenus.

Le **modèle 4** intègre l'effet joint entre la formation et l'achat d'équipement pour innover (*FORMEQUIP*). Cette variable permet de prendre en compte la forte corrélation entre les deux instruments. Appliquer cette correction n'a pas d'incidence sur la significativité et le signe des autres coefficients. Ce modèle, qui est le plus exhaustif, permet de conclure à la robustesse de l'impact des intensités de R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée sur la relation causale entre innovation de produit et exportation.
Enfin, le **modèle 5** étudie une mesure alternative de la R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée, en intégrant les variables calculées à partir de la R&D totale investie par la firme (Y_0_TOT et Y_1_TOT, comprenant les dépenses de R&D externes). La significativité et le signe des variables prédites restent inchangés.

Murphy et Topel (1985) montrent, dans le cas d'une régression linéaire, que l'écart-type des variables prédites était erroné lorsqu'elles sont intégrées dans une seconde équation. En effet, l'estimation bi-variée récursive ne permet pas de prendre en compte le fait que *Y_0_INT* et *Y_1_INT* sont des variables prédites mesurées avec des erreurs liées à l'échantillonnage. Le test d'hypothèse réalisé sur la matrice de covariance du second estimateur est alors biaisé. Les auteurs proposent une correction pour une régression linéaire par les MCO afin d'obtenir des estimateurs efficaces. Toutefois, il n'existe pas, à notre connaissance, de correction spécifique pour une estimation à choix discret. C'est pourquoi, plusieurs précautions ont été prises. Tout d'abord, la méthode employée est directement déduite de la littérature (Czarnitzki et Hussinger, 2004 ; Czarnitzki et Licht, 2006, en particulier). Ensuite, afin de limiter l'importance du biais d'hétéroscédasticité qui pourrait apparaître, la procédure Huber-Eicker-White est de nouveau appliquée. Enfin, utiliser le bootstrap peut permettre de déterminer l'ampleur du biais généré. Le **modèle 4** est ainsi estimé pour différents niveaux de réplication du bootstrap (50, 100, 200, 500 et 1000 réplications). Enfin, un dernier test consiste à réaliser une analyse de type bootstrap en imposant des « strates » en fonction de l'obtention ou non d'aides à l'innovation, entre 2004 et 2006 (*SUBVTOT*). Pour chaque réplication, l'échantillonnage avec remplacement est effectué au sein de chacune des strates. Les résultats des estimations sont synthétisés au sein du tableau 46. Ils indiquent que les intensités de R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée ont un impact significativement positif sur l'innovation de produit, quel que soit le niveau de réplication considéré. De même, l'innovation de produit impacte positivement et systématiquement l'exportation. Ainsi, l'investissement en R&D induit par l'intervention publique impacte

indirectement la probabilité d'exporter, via l'innovation de produit. Ces résultats confortent donc la proposition 3 et la robustesse des résultats présentés.

Tableau 46 : Identification de l'ampleur du biais généré par la méthodologie en deux étapes par la méthode du bootstrap

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	50 reps	100 reps	200 reps	500 reps	1000 reps	1000 reps / strate (*SUBVTOT*)
Equation 1 : **INNOPRODUIT** *(14 variables sectorielles incluses)*						
Y_1_INT	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041
	[0.019]**	[0.021]**	[0.025]*	[0.021]*	[0.023]*	[0.021]*
Y_0_INT	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
	[0.040]*	[0.042]*	[0.042]*	[0.040]*	[0.041]*	[0.040]*
LNTFP_04	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186
	[0.261]	[0.288]	[0.293]	[0.268]	[0.279]	[0.268]
LNW_04	0.343	0.343	0.343	0.343	0.343	0.343
	[0.153]**	[0.220]	[0.191]*	[0.194]*	[0.191]*	[0.186]*
LNLPAST_06	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124
	[0.041]***	[0.043]***	[0.038]***	[0.039]***	[0.038]***	[0.040]***
GROUPE	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314	0.314
	[0.115]***	[0.095]***	[0.098]***	[0.101]***	[0.101]***	[0.100]***
EQUIP_06	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127
	[0.076]***	[0.082]***	[0.090]***	[0.091]***	[0.088]***	[0.086]***
FORMATION_06	0.684	0.684	0.684	0.684	0.684	0.684
	[0.082]***	[0.084]***	[0.093]***	[0.094]***	[0.093]***	[0.090]***
PATREG_06	-0.0003	-0.0003	-0.0003	-0.0003	-0.0003	-0.0003
	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]	[0.0005]
FORMEQUIP_06	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
	[0.085]***	[0.077]***	[0.096]***	[0.090]***	[0.090]***	[0.095]***
CONSTANT	-2.790	-2.790	-2.790	-2.790	-3.018	-2.790
	[0.562]***	[0.676]***	[0.584]***	[0.594]***	[0.572]***	[0.579]***
Equation 2 : **EXPDUM** *(14 variables sectorielles incluses)*						
LNTFP_06	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
	[0.438]	[0.450]	[0.493]	[0.500]	[0.500]	[0.477]
FOREIGN	-0.361	-0.361	-0.361	-0.361	-0.361	-0.361
	[0.154]**	[0.138]***	[0.125]***	[0.147]**	[0.140]***	[0.136]***
LNK_06	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	[0.041]***	[0.050]**	[0.050]**	[0.045]**	[0.046]**	[0.046]**
INNOPRODUIT	0.211	0.205	0.204	0.207	0.207	0.209
	[0.124]*	[0.122]*	[0.123]*	[0.124]*	[0.122]*	[0.122]*
EXP_DUM_TM1	2.754	2.754	2.754	2.754	2.754	2.754
	[0.181]***	[0.154]***	[0.182]***	[0.175]***	[0.171]***	[0.174]***
LNW_04_06	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625
	[0.338]*	[0.364]*	[0.326]*	[0.340]*	[0.339]*	[0.335]*
INNOPROCES	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	[0.199]	[0.178]	[0.194]	[0.192]	[0.182]	[0.184]
Constant	-3.644	-3.644	-3.644	-3.644	-3.644	-3.644
	[1.076]***	[1.111]***	[0.958]***	[0.984]***	[1.010]***	[0.965]***
Observations	1722	1722	1722	1722	1722	1722
ρ	0.239	0.239	0.239	0.239	0.239	0.239
	[0.287]	[0.285]	[0.270]	[0.252]	[0.507]	[0.246]

Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.

En conclusion, afin de montrer que les aides à l'innovation constituent bien une extension de l'efficacité des aides (proposition 3), ce chapitre s'est intéressé à l'effet additionnel des aides à l'innovation, sur l'output de R&D (Dimos et Pugh, 2016).

En premier lieu, l'analyse par appariement menée dans le chapitre précédent a été répliquée. Les résultats obtenus montrent que bénéficier d'une aide à l'innovation indifférenciée ou fiscale impacte l'intensité d'investissement en R&D des firmes. Ces résultats vont dans le sens des explications avancées dans le chapitre 3 (proposition 2).

Ensuite, afin de montrer que l'effet des aides sur la relation causale entre innovation de produit et exportation ne résulte pas d'un biais de sélection (proposition 1), les méthodes par appariement et bi-variée récursive ont été combinées. A partir d'un échantillon appareillé, l'effet des aides à l'innovation a été estimé sur la part du chiffre d'affaires investie en R&D pour l'année 2004. Cette étape a ensuite permis de prédire, pour chaque observation, les intensités de R&D induites par l'intervention publique et non subventionnée. Ces deux variables ont ensuite été introduites au sein de l'analyse bi-variée récursive réalisée dans le chapitre 3. Les résultats de cette dernière analyse montrent que la R&D induite par l'intervention publique impacte la probabilité que la firme innove en produit qui impacte à son tour la probabilité d'exporter. En conséquence, la proposition 1 résulte bien d'une extension de l'efficacité de l'intervention publique. Enfin, la robustesse des résultats est testée à l'aide du bootstrap.

Conclusion générale

Introduction générale
Chapitre 1 : Les aides publiques à l'innovation en France : perspectives historique et internationale
Chapitre 2 : L'impacts des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Chapitre 3 : Analyse empirique de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes, en l'absence de prise en compte du rôle spécifique de la R&D
Chapitre 4 : Le rôle central de la R&D dans l'évaluation de l'impact des aides publiques à l'innovation sur l'exportation des firmes
Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif poursuivi dans cette thèse a été de montrer l'existence d'un impact des aides publiques à l'innovation sur l'activité d'exportation des firmes. Jusqu'ici, leurs effets ont principalement été étudiés sur le renforcement des capacités des firmes en R&D (effet additionnel). Cet objectif mobilise à ce jour plus de 70 % des moyens de l'intervention publique. Si ce critère constitue logiquement le principal indicateur de l'efficacité de la politique d'innovation, il conduit à adopter une vision très partielle de la firme.

Ce travail répond à des enjeux importants. Tout d'abord, il vise à étendre l'évaluation des aides à l'innovation au-delà de ce seul critère. L'idée principale est que ces aides peuvent induire des décisions stratégiques d'exportation des firmes, et impacter leur structure de manière plus large. Plusieurs modèles récents montrent que les décisions relatives aux activités d'innovation et d'exportation sont interdépendantes (Constantini et Melitz, 2007 ; Aw *et al.,* 2008). L'existence d'un impact des aides publiques sur cette relation causale peut être facilement envisagée dans le cas des aides fiscales (Hall et Van Reenen, 2000). Les conditions d'attribution de ces aides impliquent que la firme puisse intégrer les montants obtenus au sein de son budget et ainsi utiliser le financement public pour exporter. Cependant, le second objectif de cette thèse a été de montrer que l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur l'exportation résulte d'une extension de leur efficacité au regard du critère d'investissement en R&D. Les incitations fiscales ont fait l'objet d'une attention particulière dans la mesure où elles représentent plus de 75 % du *policy-mix* français.

Au niveau macroéconomique, favoriser l'exportation des firmes a constitué un objectif prioritaire de la politique industrielle française jusqu'en 1995, date des accords de l'OMC. Si cet objectif n'est plus poursuivi explicitement par les décideurs publics, la contribution de la politique d'innovation actuelle française au soutien de la compétitivité industrielle du pays reste essentielle. Bellone et Chiappini (2016, p. 99) indiquent d'ailleurs que les décideurs publics tendent à soutenir la compétitivité d'un pays en distribuant des aides en « *amont de leurs performances commerciales sur les dynamiques d'entreprises* ». Plusieurs rapports d'évaluation du crédit impôt recherche montrent aussi que les aides à l'innovation constituent une diminution de l'impôt sur les sociétés qui contribue favorablement aux secteurs les plus exportateurs.

Cadre d'analyse mobilisé

Sur la base de ces constats empiriques, la première étape de ce travail de recherche a consisté à mettre en relation deux littératures distinctes qui, à notre connaissance, n'ont pas été mobilisées simultanément jusqu'ici. D'une part, la littérature visant à évaluer l'impact des aides montrent que ces dispositifs peuvent induire des décisions stratégiques des firmes en R&D. D'autre part, la littérature récente relative aux liens entre les activités d'innovation et d'exportation étudie l'interdépendance entre ces deux décisions stratégiques prises par les firmes. Afin de montrer l'existence de différents vecteurs par lesquels les aides publiques à l'innovation impactent l'activité d'exportation des firmes, un cadre théorique néo-classique a été mobilisé. Celui-ci étudie les décisions des firmes hétérogènes au regard de leur productivité initiale en situation de concurrence monopolistique. Les firmes qui souhaitent innover doivent payer un coût irrécouvrable afin de mettre leur innovation sur le marché (Spence, 1984 ; Constantini et Melitz, 2007 ; Aw *et al.,* 2008, 2011). Ces coûts ainsi que l'insuffisance des bénéfices anticipés constituent des défaillances de marché (Spence, 1976, 1984). Elles conduisent les firmes à sous-investir en R&D et à peu innover. L'intervention de l'État au sein de l'économie est alors justifiée au-delà de ses fonctions régaliennes dans le but de pallier ces défaillances (Bozio et Grenet, 2010). En particulier, David *et al.* (2000), puis Cerulli (2010) modélisent le concept « d'additionnalité » défini initialement par Buisseret *et al.* (1995). L'intervention publique est alors efficace si elle induit les firmes à renforcer leurs investissements en R&D. Si cet effet additionnel est très largement montré empiriquement, très peu d'analyses s'intéressent à l'existence d'effets dépassant la seule activité d'innovation menée par les firmes.

Dans le même temps, Constantini et Melitz (2007) étudient les décisions interdépendantes d'innovation et d'exportation en présence de coûts fixes. Les auteurs montrent que les décisions en matière d'innovation technologique impactent les décisions d'exportation sur le court terme. Les auteurs se limitent cependant à étudier les effets d'innovations de procédé qui permettent d'augmenter la productivité de la firme. Leurs conclusions peuvent être étendues aux innovations de produit dans la mesure où elles font écho aux travaux de Vernon (1966) sur le cycle de vie du produit. Innover en produit peut inciter la firme à prendre des décisions d'exportation sur le court terme. Deux explications sont avancées. D'une part, elle peut chercher à maximiser le monopole temporaire dont elle dispose. D'autre part, elle peut vouloir exploiter son avantage technologique (Wakelyn, 1998). Ainsi les aides à l'innovation,

en impactant la probabilité que les firmes innovent en produit, influent également sur leurs décisions d'exportation, à court terme.

Ce premier vecteur est cependant indirect. Plusieurs analyses permettent d'envisager que les aides à l'innovation puissent impacter directement les décisions d'exportation des firmes. Aw *et al.,* (2008), en particulier, concluent à l'existence d'un lien simultané entre les décisions stratégiques relatives à l'intensité d'investissement en R&D et à l'exportation, qu'ils qualifient de jointe. Cet argument trouve plusieurs échos au sein de la littérature empirique (Esteve-Pérez et Rodríguez, 2013 ; Wang, 2014). En conséquence, les aides à l'innovation peuvent directement influer les décisions simultanées prises par les firmes.

Ce cadre d'analyse a conduit à formuler trois propositions distinctes, testables empiriquement :

Tout d'abord, les aides à l'innovation peuvent avoir un impact sur la relation causale entre innovation de produit et exportation, sur le court terme (proposition 1).

Ensuite, les aides à l'innovation peuvent impacter directement l'activité d'exportation des firmes, de manière simultanée (proposition 2).

Un dernier objectif a consisté à montrer que la R&D joue un rôle central dans la relation entre les aides à l'innovation et l'exportation des firmes (proposition 3). Il s'agissait de montrer que les effets obtenus sont des extensions de l'efficacité des aides à l'innovation et non d'un effet d'aubaine ou de sélection inobservé. De plus, la seconde proposition se base de manière implicite sur l'existence d'une relation simultanée entre investissement en R&D et exportation. Afin de tester ces trois propositions, il a été nécessaire de s'intéresser à quatre phénomènes distincts : les aides à l'innovation, l'investissement en R&D, l'innovation de produit et l'exportation des firmes.

De plus, afin d'étudier spécifiquement les effets des incitations fiscales, les aides à l'innovation ont été différenciées selon leur type (fiscales ou directes).

Compte tenu de la complexité du système à étudier, une méthodologie empirique a été mise en place, combinant plusieurs méthodes économétriques. Chaque méthode a visé à appréhender une partie du phénomène global. De plus, elles ont permis de traiter différents biais potentiels. Le tableau 47 synthétise l'objet d'étude, les différents biais traités ainsi que les limites de chaque méthode mobilisée.

Tableau 47 : Synthèse des méthodes économétriques utilisées

Méthodes mobilisées	Biais traités	Phénomènes étudiés	Propositions étudiées	Limites
Bi-variée récursive	• Endogénéité • Hétéroscédasticité • Multicolinéarité	Probabilités d'innover en produit et d'exporter	• Impact des aides sur la relation causale entre innovation de produit et exportation ***(P1)*** • Impact direct et simultané des aides sur l'exportation ***(P2)***	• Hypothèse de sélection aléatoire des aides à l'innovation • Non prise en compte du rôle de la R&D
Par appariement	• Sélection • Endogénéité (*hypothèse d'indépendance conditionnelle)* • Hétéroscédasticité • Multicolinéarité • Censure des mesures de R&D et d'exportation	Probabilité d'exporter, intensité d'exportation	• Impact des aides à l'innovation sur la probabilité et l'intensité d'exportation • Impact simultané des aides isolé en étudiant un sous-échantillon de firmes innovantes en produit ***(P2)***	• Effet sur la relation causale entre innovation de produit et exportation non étudié explicitement • Non prise en compte du rôle de la R&D
		Intensité de l'investissement en R&D	• Impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D • Comparaison possible avec l'impact simultané obtenu précédemment **(*P3*)**	• Non prise en compte de l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation
Par appariement + bi-variée récursive	• Sélection • Endogénéité • Hétéroscédasticité • Multicolinéarité	Intensités prédites d'investissement en R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée, Puis probabilité d'innover en produit et d'exporter	• Impact de la R&D induite par l'intervention publique sur la relation causale entre innovation de produit et exportation **(*P3*)**	• Pas d'étude de l'impact simultané des aides à l'innovation sur l'exportation • Appariement de deux vagues de l'enquête CIS, limitant la validité externe des résultats

Synthèse des résultats

Les résultats obtenus supportent en grande partie les propositions formulées. Tout d'abord, l'analyse bi-variée récursive intègre les aides à l'innovation en tant que déterminants des probabilités endogènes d'innover en produit et d'exporter. La récursivité implique que l'effet de l'innovation de produit sur l'exportation est étudié. Cette première étude se base sur un large échantillon (n=8136) issu de deux vagues de l'enquête CIS (CIS4, 2002-2004 et CIS5, 2004-2006) ainsi que des données de l'enquête EAE. Compte tenu des caractéristiques de ces enquêtes, cette analyse bénéficie d'une large validité externe.
Les résultats montrent un effet positif et robuste de l'innovation de produit sur la probabilité d'exporter la même année. Cela signifie que l'innovation de produit constitue un déterminant important de l'exportation sur le court terme. De plus, les aides à l'innovation impactent positivement la relation causale entre innovation de produit et exportation (proposition 1), et ont un impact direct sur l'exportation des firmes (proposition 2).
Une extension de cette analyse a visé à étudier spécifiquement l'impact des aides fiscales. Les modèles estimés montrent qu'obtenir une aide fiscale a un effet principalement indirect sur la probabilité d'exporter. L'impact direct des aides fiscales sur l'activité d'exportation n'apparaît pas significatif. Si cette absence de relation n'est pas robuste pour les firmes n'ayant pas bénéficié d'aides directes à l'innovation (sous-échantillon **DIRECT_0**), il apparaît très robuste pour celles ayant obtenu des aides directes (sous échantillon **DIRECT_1**). Cette première étude permet de supporter les propositions 1 et 2. Toutefois, les résultats obtenus se basent sur l'hypothèse d'une sélection aléatoire des aides à l'innovation et ne permettent pas d'étudier l'effet des aides sur l'intensité d'exportation des firmes.

C'est pourquoi nous avons mobilisé une seconde méthode par appariement. Cette analyse a cherché à prendre explicitement en compte l'attribution non aléatoire des aides à l'innovation. D'une part, les décideurs publics attribuent les aides selon des objectifs définis (David *et al.* 2000 ; CNEPI, 2016). D'autre part, les coûts administratifs liés au dépôt d'une candidature peuvent inciter les firmes à s'auto-sélectionner dans les dispositifs d'aides (Takalo *et al.,* 2010). Ces estimations ont été réalisées à partir des enquêtes CIS5 (2004-2006) et EAE. Les résultats obtenus ont permis de conclure à l'existence d'un impact des aides à l'innovation sur la probabilité d'exporter ainsi que sur la part du chiffre d'affaires exporté. De nouveau, après avoir étudié l'impact des aides indifférenciées, notre analyse s'est concentrée sur l'effet

des incitations fiscales à l'innovation par rapport aux aides directes. Les résultats indiquent clairement que l'obtention d'une aide indifférenciée ou seulement fiscale impacte positivement la probabilité que la firme exporte et son intensité d'exportation. En revanche, parmi les firmes ayant bénéficié d'une subvention directe à l'innovation, l'obtention d'une aide fiscale n'impacte pas l'exportation des firmes.

Cette analyse ne permet cependant pas de différencier les vecteurs par lesquels les aides à l'innovation impactent l'exportation. Ainsi, afin d'isoler explicitement l'existence d'un effet direct et simultané des aides à l'innovation sur l'exportation (proposition 2). Cette analyse a été répliquée sur un sous-échantillon de firmes innovantes en produit. Les résultats obtenus sont identiques.

Plusieurs explications ont été avancées :

- L'existence de décisions jointes en R&D et en exportation (Aw *et al.,* 2008). Les firmes anticipent en effet un impact direct de la R&D sur la productivité de la firme, et décident d'exporter en conséquence,
- L'impact des aides à l'innovation sur le budget dont dispose la firme pour investir en R&D et exporter (Roper et Love, 2002 ; Mohnen *et al.*, 2008 ; Manez *et al.,* 2014)
- L'existence de barrières communes entre l'investissement en R&D et l'activité d'exportation (Harris et Li, 2009 ; Holtz *et al.,* 2010).

Concernant les firmes ayant bénéficié d'incitations fiscales en plus d'aides directes, l'absence d'impact est sans doute due aux caractéristiques des firmes étudiées. Elles peuvent avoir des projets d'innovation mieux définis (Henningsen *et al.,* 2015) et être contraintes par des obligations de résultats. Elles peuvent également avoir des structures organisationnelles plus complexes. Dans les deux cas, l'obtention d'une aide fiscale pourra inciter ces firmes à renforcer leurs investissements en R&D mais n'induira pas de décision stragégique en exportation.

Les deux premières analyses n'ont pas permis d'étudier explicitement le rôle de la R&D dans la relation entre aides à l'innovation et exportation (proposition 3). Deux autres analyses ont été mises en œuvre pour corroborer les explications détaillées ci-dessus. Concernant l'effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation (proposition 2), la méthodologie par appariement a été répliquée. Cette analyse a conclu à l'existence d'un effet additionnel des aides à l'innovation sur l'output de R&D. Il en a été de même pour les aides fiscales à l'innovation, que la firme ait bénéficié d'une aide directe ou non. Ces résultats ont fait toutefois l'objet d'un approfondissement dans la mesure où la méthode n'a pas permis de

prendre en compte explicitement les interactions entre les aides à l'innovation sur l'exportation et l'investissement en R&D. À cette étape, il n'était pas encore possible de montrer que l'effet des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation de produit et exportation ne provenait pas d'une sélection des projets les plus aboutis.

Une dernière méthodologie, combinant les analyses par appariement et bi-variée récursive a alors été mise en œuvre. Elle a visé à montrer que l'intervention publique induit un investissement additionnel en *output* de R&D et que cet effort supplémentaire impacte le lien endogène entre innovation de produit et exportation. Cette dernière analyse s'est basée sur un appariement des bases de données CIS4 et CIS5 ainsi que sur l'enquête EAE. Si ce choix a permis d'étudier les firmes sur une période de 7 ans (de 2001 à 2007), la représentativité de l'échantillon obtenu est néanmoins plus limitée. Cette dernière estimation consiste tout d'abord à prédire les montants de R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée pour chaque firme étudiée. Si un effet additionnel sur *l'output* de R&D a été observé dans la plupart des cas, un effet d'éviction total a pu être constaté pour environ 20 % de l'échantillon considéré. Ce résultat tend à nuancer les effets moyens obtenus précédemment. Ces derniers peuvent en effet masquer une hétérogénéité entre les firmes prises individuellement. Enfin, ces intensités de R&D prédites ont été intégrées au sein du modèle bi-varié récursif défini précédemment. Le résultat principal a été de montrer que l'intensité de R&D induite par l'intervention publique impacte positivement la relation causale entre innovation de produit et exportation sur le court terme. De nouveau, cet effet ne remet pas en cause l'atteinte de l'objectif de renforcement des capacités de R&D poursuivi par les décideurs publics.

Le tableau 48, présenté ci-après, synthétise les effets des aides à l'innovation sur l'exportation tels que nous avons pu les analyser à travers les différentes méthodes utilisées dans cette thèse.

Tableau 48 : Synthèse des résultats

		Aides indifférenciées *SUBVTOT*	Aides fiscales uniquement *FISCAL, DIRECT=0*	Aides fiscales, parmi les firmes ayant bénéficié d'aides directes *FISCAL, DIRECT=1*
P1 : *Les aides publiques à l'innovation impactent la probabilité que les firmes exportent à court terme, via leur impact sur la relation causale entre innovation de produit et exportation*		+	+	+
P2 : *Les aides à l'innovation impactent directement et de manière simultanée les décisions stratégiques d'exportation des firmes, indépendamment de la réussite du projet d'innovation technologique*	Probabilité d'exporter	+	n.s ; non robuste (*Modèle bi-varié*) + (*Modèle par appariement*)	n.s
	Intensité d'exportation	+	+	n.s
P3 : *Les aides à l'innovation impactent positivement l'intensité de R&D investie par les firmes, leur impact sur l'exportation correspondant ainsi à une extension de l'efficacité de l'intervention publique*	Impact des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D	+ (*Enquête CIS5)* + Effet d'éviction prédit pour 20 % de l'échantillon (*échantillon appareillé CIS4-CIS5*)	+	+
	Impact de la R&D publique sur la relation entre innovation de produit et exportation	+	*Non testé*	*Non testé*

Les apports de la recherche

APPORTS THEORIQUES

Cette thèse contribue tout d'abord à la littérature visant à évaluer les politiques publiques en faveur de l'innovation. L'analyse réalisée montre qu'étudier uniquement l'impact des aides à l'innovation sur l'investissement en R&D des firmes conduit à adopter une vision restrictive de la firme et de sa stratégie. Les effets obtenus tendent alors à sous-estimer l'efficacité réelle de l'intervention publique sur le développement des firmes. Un axe de recherche consiste donc à approfondir les effets des aides à l'innovation sur la stratégie globale des firmes. De plus, les résultats obtenus montrent l'importance de différencier les aides à l'innovation en fonction de leur type. L'effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation n'est en effet pas observé pour les firmes bénéficiant le plus fortement du *policy-mix* français. La prédiction de l'intensité de R&D induite par l'intervention publique conduit par ailleurs à nuancer les effets moyens obtenus par cette littérature. En effet, à la manière de Busom (2000), l'analyse montre que, si les aides à l'innovation favorisent l'investissement en R&D de la plupart des firmes, ce résultat n'est pas valable pour toutes les observations. Ce travail montre enfin, à l'échelle macroéconomique, que les aides à l'innovation constituent un outil efficace pour améliorer la compétitivité industrielle française.

Cette thèse contribue ensuite à la littérature récente qui vise à étudier les décisions stratégiques des firmes de manière interdépendante. En effet, les différents auteurs (Spence, 1984 ; Constantini et Melitz, 2007 ; Aw *et al.* 2008, 2011) modélisent les décisions d'innovation, d'investissement en R&D et d'exportation comme des analyses coûts bénéfices, fruit de leur stratégie interne. La seule source d'hétérogénéité est leur productivité ex ante. Ce travail de recherche montre que ces décisions stratégiques peuvent être largement influencées par des facteurs externes, tels qu'une intervention publique. Les coûts irrécouvrables que doivent payer les firmes pour innover et exporter et la faiblesse des bénéfices anticipés peuvent être considérés comme des défaillances de marché sur lesquelles peuvent intervenir les décideurs publics (Spence, 1984).

Ce travail permet également de différencier l'existence d'un effet séquentiel dans lequel la mise sur le marché d'une innovation technologique est un préalable à l'exportation et un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation intervenant de manière simultanée.

Une seconde piste de recherches sur le lien théorique entre innovation et exportation en situation de concurrence monopolistique est proposée. La littérature étudiée suggère en effet que les coûts irrécouvrables nécessaires au démarrage des activités d'innovation et d'exportation ne sont pas indépendants. Ce constat fait écho aux travaux de Harris et Li (2009) et Holtz et al. (2010), qui montrent l'interdépendance entre les barrières à l'innovation et à l'internationalisation.

APPORTS METHODOLOGIQUES

D'un point de vue méthodologique, cette thèse s'est intéressée à un phénomène complexe. Il n'était pas possible de l'étudier de manière complète au sein d'une seule analyse économétrique. Plusieurs méthodes complémentaires ont donc été mobilisées. Elles sont directement issues du cadre d'analyse développé en synthèse du chapitre 2. D'une part, elles permettent d'étudier l'ensemble des propositions formulées. D'autre part, elles prennent en compte les différents biais identifiés par la littérature sur le sujet, les deux principaux étant la sélection non aléatoire des aides à l'innovation et l'endogénéité entre innovation de produit et exportation. Ce travail a donc fait le choix de recourir à des méthodes économétriques adaptées aux phénomènes à expliquer et aux contraintes spécifiques à la nature des données. Les enquêtes utilisées (CIS et EAE), nationales, sont par ailleurs largement validées par la communauté scientifique (Mairesse et Mohnen, 2010). À l'exception de la dernière analyse, les échantillons étudiés bénéficient d'une forte représentativité confortant la validité externe des résultats.

La validité interne des résultats a fait également l'objet d'une attention particulière. Tout d'abord, les biais de multicolinéarité et d'hétéroscédasticité ont été pris en compte dans l'ensemble des estimations. Ensuite, de nombreux tests de robustesse ont été réalisés pour conforter les résultats obtenus. En particulier pour l'analyse par appariement, l'hypothèse d'indépendance conditionnelle (CIA) a été testée par le biais d'une méthode par simulation. Cette dernière était cruciale pour l'obtention de résultats efficaces et sans biais.

Cette thèse, par l'utilisation de plusieurs sous-échantillons, souligne enfin l'importance du choix d'un groupe de contrôle pertinent lors des analyses par appariement. La distinction des aides en fonction de leur type permet d'obtenir une analyse fine de la politique d'innovation permettant de formuler des recommandations en termes de politiques publiques.

RECOMMANDATIONS EN TERMES DE POLITIQUES PUBLIQUES

Un des objectifs premiers de ce travail de thèse est d'orienter les décideurs publics dans la conception et l'évaluation des aides à l'innovation.

Tout d'abord, nous nous positionnons fortement en faveur d'une extension des critères d'évaluation des aides à l'innovation, au-delà de leur seul impact sur l'investissement en R&D. Les résultats obtenus montrent que les aides à l'innovation peuvent impacter les décisions stratégiques d'exportation des firmes. L'existence d'un effet des aides sur les capacités privées de R&D est nécessaire mais non suffisante pour appréhender l'impact global de ces dispositifs. Cela peut alors conduire à sous-estimer l'efficacité de la politique d'innovation. Ce travail montre ainsi que les aides fiscales, et principalement le CIR, permettent d'atteindre l'objectif de « soutien au développement des firmes innovantes » identifié par la CNEPI (2016).

Cette thèse montre ensuite que les décideurs publics peuvent améliorer l'exportation des firmes par le biais d'aides à l'innovation et être à l'origine d'un cercle vertueux. Les aides favorisent l'exportation et le fait d'exporter permet aux firmes d'exploiter de plus en plus efficacement les aides à l'innovation futures. Ainsi, ce travail argue que les décideurs publics peuvent améliorer l'efficacité future des aides à l'innovation, et favoriser dans le même temps la compétitivité industrielle française.

Pour atteindre ce but, cette recherche recommande également une accélération du rapprochement entre l'attribution d'aides à l'innovation et à l'exportation. Cela peut impliquer de renforcer les missions de la banque publique d'investissement (BPI) créée en 2013. De plus, réaliser un suivi *ex post* des firmes subventionnées peut permettre de mieux appréhender les changements induits dans leur structure et leur développement. Au regard des résultats obtenus, il pourrait, par exemple, être intéressant de proposer un accompagnement à l'international aux firmes ayant uniquement bénéficié du CIR l'année précédente. Cette conclusion se place dans la lignée du rapport INNO-Grips (Holtz *et al.,* 2010)

En résumé, il apparaît essentiel que les décideurs publics considèrent l'ensemble des aides dont bénéficient les firmes afin d'adapter les dispositifs à leurs besoins réels. Un « *parcours individuel d'accompagnement* » pourrait alors être envisagé. Celui-ci pourrait par ailleurs être associé à un allègement de la complexité administrative des candidatures pour l'obtention d'aides qui conduit à l'auto-sélection des plus grandes firmes dans ces dispositifs.

Limites et perspectives

LIMITES DE LA THESE

Comme tout travail scientifique, cette thèse n'est pas exempte de limites.

1) Une première limite est relative au cadre d'analyse retenu dans cette thèse. En particulier, adopter une vision néo-classique de l'économie implique de considérer que les firmes prennent des décisions rationnelles basées sur une analyse coûts-bénéfices. Ce choix a été fait afin d'obtenir des conclusions généralisables permettant d'aiguiller la conception de la politique d'innovation par les décideurs publics. Cette approche nécessite cependant d'adopter une vision simplifiée de l'hétérogénéité des firmes. En particulier, le rôle des connaissances, ainsi que les spécificités des managers ou entrepreneurs ne sont spécifiquement étudiés (Hussler *et al.,* 2012). De plus, conformément aux modèles de Constantini et Melitz (2007) et Aw *et al.* (2008, 2011), cette thèse adopte une vision restrictive de l'innovation et de l'internationalisation des firmes. Ainsi, seule l'existence d'innovations technologiques est considérée et l'activité des firmes à l'international est limitée à leur exportation.

2) Une seconde limite est liée aux aides à l'exportation non intégrées à l'analyse. En effet, depuis la signature des accords de l'OMC (1995), l'attribution d'aides financières à l'exportation a fortement diminué. Les principaux dispositifs se limitent à des accompagnements matériels et techniques (chambres de commerces, COFACE ou pôles de compétitivité, principalement). Certains dispositifs financiers persistent néanmoins. Citons par exemple les crédits exportations et crédits d'impôts alloués par la BPI et la DIRECCTE. L'impact de ces dispositifs sur l'activité d'exportation des firmes ainsi que la relation entre les aides à l'innovation et à l'exportation n'ont pas été étudiés dans cette recherche.

3) Une troisième limite est liée au critère d'efficacité des aides à l'innovation retenu dans cette recherche. En raison d'un manque crucial de données sur les montants d'aides obtenus par les firmes, seul un effet additionnel sur *l'output* de R&D a pu être observé (Dimos et Pugh, 2016). Les aides à l'innovation sont donc considérées comme efficaces

dès lors que la firme investit au moins une partie de l'aide retenue en R&D. Ce critère peut alors conduire à surestimer l'efficacité des aides à l'innovation au regard de l'objectif de renforcement des capacités de R&D privées.

4) Une quatrième limite est d'ordre méthodologique, directement liée à la nature des données utilisées. En effet, celles-ci sont en coupe et ne permettent pas d'étudier l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation de manière longitudinale. Notons que cette limite est partiellement prise en compte dans l'analyse empirique. D'une part, une attention particulière a été portée à la période de mesure de chaque variable incluse dans l'analyse. D'autre part, la dernière méthode mobilisée se base sur un appariement de deux vagues de l'enquête CIS. Ainsi, la relation séquentielle entre aides à l'innovation, investissement en R&D, innovation de produit et exportation a pu être étudiée de manière robuste.

5) Enfin, une cinquième limite concerne les spécificités des PME non prises en compte dans l'analyse. En effet, plusieurs études montrent que les activités d'innovation et d'exportation des PME diffèrent de celles menées par de plus grandes firmes (Love et Roper, 2015). En particulier, les effets liés à la contrainte budgétaire peuvent être particulièrement importants pour cette catégorie de firmes (Hall, 2002, 2005). Elles ont par ailleurs des structures organisationnelles moins développées, quoi que plus flexibles. L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation des PME pourraient alors se démarquer de ceux identifiés dans cette thèse.

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Au regard des apports et limites de ce travail de recherche, plusieurs perspectives sont envisagées ou sont en cours d'élaboration.

1) Tout d'abord, l'IREGE est associé au projet franco-suisse INTERREG-V PME-ASIE. Celui-ci a pour objectif d'étudier les déterminants spécifiques à l'internationalisation des PME dans les pays asiatiques. Cette recherche vise à appréhender le rôle des services d'accompagnement à l'international. Ce projet est divisé en plusieurs volets. Une première phase qualitative, de nature exploratoire, conduit à identifier les stratégies et barrières des PME internationalisées en Asie. Elle permet également d'étudier avec

précision les trajectoires des firmes interrogées. Une seconde phase quantitative repose sur une enquête *ad hoc* lancée au cours du mois de janvier 2017. Les données recueillies doivent permettre d'étendre les points suivants en lien avec cette thèse :

- La relation entre les dispositifs d'aide à l'innovation (financiers ou non) et d'accompagnement à l'international,
- L'impact de ces dispositifs sur la stratégie d'internationalisation des firmes,
- Les spécificités des activités d'innovation et d'internationalisation des PME associées aux marchés asiatiques.

2) Une autre perspective consiste à étudier les effets des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes de manière longitudinale. L'objectif serait alors de prendre en compte l'impact lié à une variation de la productivité de la firme, sur le long terme. Cependant, l'accès à des bases de données suffisamment détaillées s'avère crucial pour pouvoir mener ce projet à bien. L'utilisation de données issues des déclarations fiscales des firmes permettrait de réaliser une telle analyse empirique. Cette base contient également des informations détaillées concernant le montant des aides à l'innovation ce qui contribuerait à affiner l'évaluation de l'efficacité des aides à l'innovation.

3) Une troisième perspective consiste enfin à explorer l'idée développée dans cette thèse de coûts irrécouvrables interdépendants. En effet, l'existence d'un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes peut être expliquée par un lien entre les coûts irrécouvrables que la firme doit payer pour innover et exporter. Cette idée est issue des résultats de plusieurs études empiriques qui montrent des similarités entre les barrières à l'innovation et à l'internationalisation rencontrées par les firmes (Harris et Li, 2009 ; Holtz *et al,* 2010). Elle n'a cependant pas été étudiée au regard du cadre théorique hérité des travaux de Melitz (2003). Cette perspective pourrait faire l'objet d'analyses théoriques et empiriques.

4) Nous envisageons enfin de développer le cadre théorique mobilisé dans cette thèse. Plusieurs approches, utilisées en management stratégique, pourraient permettre de détailler le cadre d'analyse proposé. Il serait particulièrement intéressant d'étudier plus précisément l'organisation interne de la firme (Hussler *et al.,* 2012). Celle-ci a été , dans cette recherche, réduite à une fonction de production. De plus, étudier l'effet des aides à l'innovation au regard d'autres hypothèses de rationalité (rationalité limitée ou

adaptative) pourrait contribuer à approfondir les effets identifiés dans cette recherche. Les approches basées sur les ressources (« *ressource-based view* ») et les connaissances fournissent une justification supplémentaire de la relation positive entre les activités d'innovation et d'exportation par la firme (Barney, 1991 ; Kyläheiko *et al.*, 2011). Ces approches tendent à réfuter l'idée selon laquelle la firme peut être résumée à une « décision unique » et généralisable, en situation de rationalité complète (Grant, 1996). Dans cette perspective, il serait possible de considérer des stratégies d'innovation ouverte plus complexes (Pénin, 2013 ; Pénin, Hussler et Burger-Helmchen, 2011).

Tout au long de ce travail, nous espérons avoir contribué à l'amélioration des travaux d'évaluation des politiques publiques à l'innovation ainsi qu'à une meilleure compréhension des facteurs pouvant impacter les décisions stratégiques d'innovation et d'exportation des firmes.

Bibliographie

A

Acs Z.J. et Audretsch D.B. (1987), « Innovation, market structure, and firm size », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 69, n°4, pp. 567–574.

Aerts K. et Czarnitzki D. (2004), « Using innovation survey data to evaluate R&D policy: The case of Belgium », *Catholic University of Leuven research paper*.

Aerts K. et Thorwarth S. (2008), « Additionality effects of public R&D funding : " R " versus " D " », *Catholic University of Leuven research paper*.

Aghion P., Akcigit U. et Howitt P. (2013), « What do we learn from Schumpeterian growth theory? », *NBER Working Paper*, n°18824.

Aghion P., Askenazy P., Bourlès R., Cette G. et Dromel N. (2008), « Distance à la frontière technologique, rigidités de marché, éducation et croissance », *Economie et statistique*, vol. 419, n°1, pp. 11‐30.

Akerlof G.A. (1970), « The market for "Lemons": quality uncertainty and the market mechanism », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 84, n°3, pp. 488–500.

Alban T. (2000), « Econométrie des variables qualitatives », *Dunod, Paris*.

Almus M. et Czarnitzki D. (2003), « The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities », *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 21, n°2, pp. 226–236.

Altomonte C., Aquilante T., Békés G. et Ottaviano G.I. (2013), « Internationalization and innovation of firms: evidence and policy », *Economic policy*, vol. 28, n°76, pp. 663–700.

Altomonte C., Gamba S., Mancusi M.L. et Vezzulli A. (2016), « R&D investments, financing constraints, exporting and productivity », *Economics of Innovation and New Technology*, 28, n°3 pp. 1–21.

Aristei D., Sterlacchini A. et Venturini F. (2017), « The effects of public supports on business R&D: firm-level evidence across EU countries », *Economics of Innovation and New Technology*, pp. 1–20.

Arrow K. (1962), « Economic welfare and the allocation of resources for invention », *Welfare Economics and Inventive Activity ; The RAND corporation*, vol. I, pp. 609–626.

Artus P. (2013), « Les aides à l'innovation ? Un pur effet d'aubaine», *Les Echos*, 22 mai.

Aschhoff B. (2010), « Who gets the money ? The dynamics of R&D project subsidies in Germany », *Journal of Economics and Statistics*, vol. 230, n°5, pp. 522-546.

d'Aspremont C. et Jacquemin A. (1988), « Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers », *The American Economic Review*, vol. 78, n°5, pp. 1133-1137.

Audretsch D.B. et Acs Z.J. (1991), « Innovation and size at the firm level », *Southern Economic Journal*, vol. 57, n°3, pp. 739-744.

Aw B.Y., Roberts M.J. et Winston T. (2007), « Export market participation, investments in R&D and worker training, and the evolution of firm productivity », *The World Economy*, vol. 30, n°1, pp. 83-104.

Aw B.Y., Roberts M.J. et Xu D.Y. (2008), « R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity », *American Economic Review: Papers & Proceedings*, vol. 98, n°2, pp. 451-456.

Aw B.Y., Roberts M.J. et Xu D.Y. (2011), « R&D investment exporting and productivity dynamics », *American Economic Review*, vol. 101, n°4, pp. 1312-1344.

B

Barney J. (1991), « Firm resources and sustained competitive advantage », *Journal of Management*, vol. 17, n°1, pp. 99-120.

Barrios S., Görg H. et Strobl E. (2003), « Explaining firms' export behavior: R&D, spillovers and the destination market* », *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 65, n°4, pp. 475–496.

Basile R. (2001), « Export behavior of Italian manufacturing firms over the nineties: the role of innovation », *Research policy*, vol. 30, n°8, pp. 1185–1201.

Beck M., Lopes-Bento C. et Schenker-Wicki A. (2016), « Radical or incremental: Where does R&D policy hit? », *Research Policy*, vol. 45, n°4, pp. 869-883.

Becker B. (2015), « Public R&D policies and private R&D investment: a survey of the empirical evidence », *Journal of Economic Surveys*, vol. 29, n°5, pp. 917-942.

Becker S.O. et Egger P.H. (2013), « Endogenous product versus process innovation and a firm's propensity to export », *Empirical Economics*, vol. 44, n°1, pp. 329-354.

Bellone F. et Chiappini R. (2014), « Le déclin de la compétitivité française : état des lieux », *Les Cahiers français : documents d'actualité*, n°380.

Bellone F. et Chiappini R. (2016), *La compétitivité des pays ,* La découverte (repères), 128 p.

Bellone F. et Guillou S. (2013), « Innovation et primes à l'exportation: une analyse empirique sur données d'entreprises françaises », *Economie & prévision*, n°1, pp. 45-61.

Bellone F., Musso P., Nesta L. et Schiavo S. (2010), « Financial Constraints and Firm Export Behaviour », *World Economy*, vol. 33, n°3, pp. 347-373.

Bénassy-Quéré A., Coeuré B., Jacquet P. et Pisani-Ferry J. (2012), *Politique économique, 3e éd.*, De Boeck, 800 p.

Bernard A.B. et Jensen J.B (1999), « Exceptional exporter performance: cause, effect, or both? », *Journal of International Economics*, vol. 47, n°1, pp. 1-25.

Bérubé C. et Mohnen P. (2009), « Are firms that received R&D subsidies more innovative? », *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique,* vol. 42, n°1, pp. 206-225.

Blanes J. et Busom I. (2004), « Who participates in R&D subsidy programs ? The case of Spanish manufacturing firms », *Research Policy*, vol. 33, n°10, pp. 1459-1476.

de Blasio G., Fantino D. et Pellegrini G. (2014), « Evaluating the impact of innovation incentives: evidence from an unexpected shortage of funds », *Industrial and Corporate Change* vol. 24, n°6, pp. 1285-1314.

Bleaney M. et Wakelin K. (2002), « Efficiency, innovation and exports », *Oxford Bulletin of economics and Statistics*, vol. 64, pp. 3-15.

Blyde J., Iberti G. et Mussini M. (2015), « When does innovation matter for Exporting? », *MPRA working paper*.

Bozio A. et Grenet J. (2010), *Economie des politiques publiques*, La découverte (repères), 125 p.

Bozio A., Irac D. et Py L. (2014), « Impact of research tax credit on R&D and innovation: evidence from the 2008 French reform », *Document de travail, Banque de France*, n°532.

Braymen C., Briggs K. et Boulware J. (2011), « R&D and the export decision of new firms », *Southern Economic Journal*, vol. 78, n°1, pp. 191-210.

Bronzini R. et Piselli P. (2016), « The impact of R&D subsidies on firm innovation », *Research Policy*, vol. 45, n°2, pp. 442-457.

Buisseret T.J., Cameron H.M. et Georghiou L. (1995), « What difference does it make? Additionality in the public support of R&D in large firms », *International Journal of Technology Management*, vol. 10, n°4-6, pp. 587-600.

Busom I. (2000), « An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 9, pp. 11-148.

Busom I., Corchuelo B. et Martinez Ros E. (2014), « Tax incentives or subsidies for R&D? », *Small Business Economics*, vol. 43, n°3, pp. 571-596.

Busom I. et Fernandez-Ribas A. (2008), « The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships », *Research Policy*, vol. 37, n°2, pp. 240-257.

Bustos P. (2011), « Multilateral Trade Liberalization, Exports and Technology Upgrading: Evidence on the Impact of MERCOSUR on Argentinean Firms », *the American economic review*, vol. 101, n°1, pp. 304-340.

C

Caisse des dépôts et consignations (2016), « Informations relatives au Programme d'Investissements d'Avenirs »,. *http://www.caissedesdepots.fr/investissements-davenir*

Caldera A. (2010), « Innovation and exporting: evidence from Spanish manufacturing firms », *Review of World Economics*, vol. 146, n°4, pp. 657-689.

Caliendo M. et Kopeinig S. (2008), « Some practical guidance for the implementation of propensity score matching », *Journal of Economic Surveys*, vol. 22, n°1, pp. 31-72.

Cameron A.C. et Trivedi P.K. (2009), *Microeconometrics using Stata*, Stata Press, 738 p.

Cappelen Å., Raknerud A. et Rybalka M. (2012), « The effects of R&D tax credits on patenting and innovations », *research policy*, vol. 41, n°2, pp. 334-345.

Carvalho A. (2012), « Why are tax incentives increasingly used to promote private R&D ? », *Cefage-UE Working Paper*.

Cassiman B. et Golovko E. (2011), « Innovation and internationalization through exports », *Journal of International Business Studies*, vol. 42, pp. 56-75.

Cassiman B., Golovko E. et Martínez-Ros E. (2010), « Innovation, exports and productivity », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 28, n°4, pp. 372-376.

Cassiman B. et Martinez-Ros E. (2007), « Product innovation and exports, Evidence from Spanish Manufacturing, », *IESE Business School*.

Caves D.W., Christensen L.R. et Diewert W.E. (1982), « Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers », *The Economic Journal*, vol. 92, n°365, pp. 73-86.

Cerrato D. (2009), « Does innovation lead to global orientation? Empirical evidence from a sample of Italian firms », *European Management Journal*, vol. 27, n°5, pp. 305-315.

Cerulli G. (2010), « Modelling and measuring the effect of public subsidies on business R&D: A critical review of the econometric literature », *Economic Record*, vol. 86, n°274, pp. 421-449.

Chamberlin E.H. (1933), *The theory of monopolistic competition*, Harvard University press, 213 p.

Chesnais F. (1993), « The french national system of innovation », *in National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press.

Clausen T.H. (2009), « Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level? », *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 20, n°4, pp. 239-253.

Commission Nationale d'Evaluation des Politiques d'Innovation, CNEPI (2016), Quinze *ans de politiques d'innovations en France*, Rapport intermédiaire, sous la direction de Jean Pisani-Ferry.

Constantini J.A. et Melitz M.J. (2007), « The dynamics of firm-level adjustment to trade liberalization », *NBER working paper*.

Cooper R.G. et Kleinschmidt E.J. (1985), « The Impact of Export Strategy on Export Sales Performance », *Journal of International Business Studies*, vol. 16, n°1, pp. 37-55.

Cour des comptes (2011), « Les aides aux entreprises en matière d'innovation et de recherche : la cohérence des dispositifs fiscaux et budgétaires », *Communication à la commission des finances, de l'économie générale et du contrôle budgétaire de l'assemblée nationale*.

Czarnitzki D. et Fier A. (2002), « Do innovation subsidies crowd out private investment? Evidence from the German Service Sector », *Applied Economics Quaterly*, vol. 48, n°1, pp. 1-25.

Czarnitzki D. et Delanote J. (2015), « R&D policies for young SMEs: input and output effects », *Small Business Economics*, vol. 45, n°3, pp. 465-485.

Czarnitzki D., Hanel P. et Rosa J.M. (2011), « Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A micro-econometric study on Canadian firms », *Research Policy*, vol. 40, n°2, pp. 217-229.

Czarnitzki D. et Hussinger K. (2004), « The link between R&D subsidies, R&D spending and technological performance », *ZEW working paper*, n°4.

Czarnitzki D. et Licht G. (2006), « Additionality of public R&D grants in a transition economy », *Economics of Transition*, vol. 14, n°1, pp. 101-131.

Czarnitzki D. et Lopes-Bento C. (2011), « Evaluation of public R&D policies: a cross-country comparison », *World Review of Science, Technology and Sustainable Development* , vol. 9, n°2-4, pp. 1-25.

Czarnitzki D. et Lopes-Bento C. (2013), « Value for money? New micro-econometric evidence on public R&D grants in Flanders », *Research Policy*, vol. 42, n°1, pp. 76-89.

Czarnitzki D. et Lopes-Bento C. (2014), « Innovation subsidies: does the funding source matter for innovation intensity and performance? Empirical evidence from Germany », *Industry and Innovation*, vol. 21, n°5, pp. 380-409.

D

Damijan J.P., Kostevc Č. et Polanec S. (2010), « From innovation to exporting or vice-versa? », *World Economy*, vol. 33, n°3, pp. 374-398.

David P.A., Hall B.H. et Toole A.A. (2000), « Is public R&D a complement or substitute for private R&D ? A review of the econometric evidence », *Research Policy*, vol. 29, pp. 497-529.

Dimos C. et Pugh G. (2016), « The effectiveness of R&D subsidies: A meta-regression analysis of the evaluation literature », *Research Policy*, vol. 45, n°4, pp. 797-815.

Direction générale des douanes et droits indirects (2011), *Les chiffres du commerce extérieur, études et éclairages*, octobre 2011.

Dixit A.K. et Stiglitz J.E. (1977), « Monopolistic competition and optimum product diversity », *The American Economic Review*, vol. 67, n°3, pp. 297–308.

Djellal F. et Gallouj F. (2000), « Le " casse-tête " de la mesure de l'innovation dans les services : enquête sur les enquêtes », *Revue d'économie industrielle*, vol. 93, n°4, pp. 7-28.

Dortet-Bernadet V. et Sicsic M. (2015), « Effet des aides publiques sur l'emploi en R-D dans les petites entreprises », *Document de travail, INSEE.*

Duguet E. (2004), « Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? Evidence from France using Propensity Score Methods for Non-Experimental Data », *Public economics.*

Duguet E. (2012), « The effect of the incremental R&D tax credit on the private funding of R&D an econometric evaluation on french firm level data », *Revue d'économie politique*, vol. 122, n°3, pp. 405-435.

E - F

Eicker F. (1963), « Asymptotic Normality and Consistency of the Least Squares Estimators for Families of Linear Regressions », *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 34, n°2, pp. 447-456.

Eicker F. (1967), « Limit theorems for regressions with unequal and dependent errors », *in Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press.

Esteve-Pérez S. et Rodríguez D. (2013), « The dynamics of exports and R&D in SMEs », *Small Business Economics*, vol. 41, n°1, pp. 219-240.

Filatotchev I. et Piesse J. (2009), « R&D, internationalization and growth of newly listed firms: European evidence », *Journal of International Business Studies*, vol. 40, n°8, pp. 1260-1276.

G

Ganotakis P. et Love J.H. (2009), « R&D, innovation and exporting: evidence from UK new technology based firms », *Oxford Economic Papers* vol. 63 n°2 pp. 279-306.

Garza D., Giat Y., Hackman S.T. et Peled D. (2015), « A computational analysis of R&D support programs », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 24, n°7, pp. 682-709.

Gkypali A., Rafailidis A. et Tsekouras K. (2015), « Innovation and export performance: do young and mature innovative firms differ? », *Eurasian Business Review*, vol. 5, n°2, pp. 397-415.

Golovko E. et Valentini G. (2011), « Exploring the complementarity between innovation and export for SMEs' growth », *Journal of International Business Studies*, vol. 42, pp. 362-380.

González X., Jaumandreu J. et Pazo C. (2005), « Barriers to Innovation and Subsidy Effectiveness », *The RAND Journal of Economics,* vol. 36, n°4, pp. 930-950.

Gonzalez X. et Pazo C. (2008), « Do public subsidies stimulate private R&D spending? », *Research Policy*, vol. 37, n°3, pp. 371-389.

Görg H., Henry M. et Strob E. (2008), « Grant support and exporting activity », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 90, n°1, pp. 168-174.

Greene W. (2009), *Econometric Analysis*, Prentice Hall.

Grewal R., Cote J. et Baumgartner H. (2004), « Multicollinearity and Measurement Error in Structural Equation Models: Implications for Theory Testing», *Marketing Science*. vol. 23, n°4, pp. 519-529.

Griliches Z. (1979), « Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth », *The Bell Journal of Economics*, vol. 10, n°1, pp. 92-116.

Griliches Z. (2007), *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press, 525 p.

Grossman G.M. et Helpman E. (1991), « Trade, knowledge spillovers, and growth », *European Economic Review*, vol. 35, n°2–3, pp. 517-526.

H

Haaland J.I. et Kind H.J. (2008), « R&D policies, trade and process innovation », *Journal of International Economics*, vol. 74, pp. 170-187.

Hægeland T. et Møen J. (2007), « Input additionality in the Norwegian R&D tax credit scheme », *Research report for the Norwegian Statistisk sentralbyrå*.

Halilem N., Amara N. et Landry R. (2014), « Exploring the relationships between innovation and internationalization of small and medium-sized enterprises: A non-recursive structural equation model», *Canadian Journal of Administrative Sciences / Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, vol. 31, n°1, pp. 18-34.

Hall B. et Van Reenen J. (2000), « How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence », *Research Policy*, vol. 29, n°4-5, pp. 449-469.

Hall B.H. (2002), « The financing of research and development », *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 18, n°1, pp. 35-51.

Hall B.H. (2005), « The financing of innovation », *Handbook of Technology Management*.

Halpern L. et Muraközy B. (2012), « Innovation, productivity and exports: the case of Hungary », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 21, n°2, pp. 151-173.

Harris R. et Li Q.C. (2009), « Exporting, R&D, and absorptive capacity in UK establishments », *Oxford Economic Papers*, vol. 61, n°1, pp. 74-103.

Harris R. et Li Q.C. (2011), « Participation in export markets and the role of R&D: establishment-level evidence from the UK Community Innovation Survey 2005 », *Applied Economics*, vol. 43, n°23, pp. 3007-3020.

Harris R. et Moffat J. (2011), « R&D, innovation and exporting », SERC Discussion paper n° 73.

Heckman J., Ichimura H. et Todd P.E. (1998), « Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme », *The Review of Economic Studies* vol. 64, n°4, pp. 605-654.

Heijs J. (2003), « Freerider behaviour and the public finance of R&D activities in enterprises: the case of the Spanish low interest credits for R&D », *Research Policy*, vol. 32, n°3, pp. 445-461.

Henningsen M.S., Hægeland T. et Møen J. (2015), « Estimating the additionality of R&D subsidies using proposal evaluation data to control for research intentions », *The Journal of Technology Transfer* vol. 40 n°2, pp. 227-251.

Heshmati A. et Lööf H. (2005), « The impact of public funds on private R&D investment : New evidence from a firm level innovation study », *MTT Discussion Papers*.

Hottenrott H. et Lopes-Bento C. (2014), « (International) R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes », *Research Policy*, vol. 43, n°6, pp. 1055-1066.

Huber P.J. (1967), « The behavior of maximum likelihood estimates under nonstandard conditions », *in Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press.

Hussinger K. (2008), « R&D and subsidies at the firm level : an application of parametric and semi-parametric two-step selection models », *Journal of Applied Econometrics*, vol. 747, n°September, pp. 729-747.

Hussler C., Pénin J., Dietrich M. et Burger-Helmchen T. (2012), « Strategic management and the economics of the firm: How to reconcile the brother enemies? », *Journal of Strategy and Management*, vol. 5, n°4, pp. 372-380.

Hyytinen A. et Toivanen O. (2005), « Do financial constraints hold back innovation and growth ? Evidence on the role of public policy », *Research Policy*, vol. 34, pp. 1385-1403.

I

Ichino A., Mealli F. et Nannicini T. (2008), « From temporary help jobs to permanent employment: what can we learn from matching estimators and their sensitivity? », *Journal of Applied Econometrics*, vol. 23, pp. 305-327.

INSEE (2014), « L'innovation dans les entreprises en 2012, enquête communautaire sur l'innovation (CIS) » *Portail des statistiques de l'INSEE.*

INSEE (2015), *Mondialisation, compétitivité et innovation*, INSEE Références, édition 2015.

INSEE (2016), « Solde de la balance commerciale en 2015 », *Portail des statistiques de l'INSEE.*

INSEE (s.d.), *Tableaux de l'économie Française, - Edition 2016,* publications de l'INSEE

INSEE (s.d.) « Décret numéro 2008-1354 article 3 : définition des catégories d'entreprises. » *http://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1565.*

Ito K. et Lechevalier S. (2010), « Why some firms persistently out-perform others: investigating the interactions between innovation and exporting strategies », *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n°6, pp. 1997-2039.

K

Kaiser U. (2006), « Private R&D and public R&D subsidies: Micro-econometric evidence from Denmark », *Danish Journal of Economics*, vol. 144.

Kleer R. (2010), « Government R&D subsidies as a signal for private investors », *Research Policy*, vol. 39, n°10, pp. 1361-1374.

Klette T.J., Jarle M. et Griliches Z. (2000), « Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Micro-econometric evaluation studies », *Research Policy*, vol. 29, n°4-5, pp. 471-495.

Knight F.H. (1921), *Risk, uncertainty and profit*, Courier Corporation.

Kyläheiko K., Jantunen A., Puumalainen K., Saarenketo S. et Tuppura A. (2011), « Innovation and internationalization as growth strategies: The role of technological capabilities and appropriability », *International Business Review*, vol. 20, n°5, pp. 508-520.

L

Lach S. (2002), « Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel », *Journal of Industrial Economics*, vol. 50, n°4, pp. 369-390.

Lamotte O. et Colovic A. (2013), « Innovation and internationalization of young entrepreneurial firms », *Management international*, vol. 18, n°1, pp. 87-103.

Laranja M., Uyarra E. et Flanagan K. (2008), « Policies for science, technology and innovation: Translating rationales into regional policies in a multi-level setting », *Research Policy*, vol. 37, n°5, pp. 823-835.

Le Bas C. et Pénin J. (2015), « Brevet et innovation : comment restaurer l'efficience dynamique des brevets ? », *Revue d'économie industrielle*, n°151, pp. 127-160.

Leahy D. et Neary J.P. (2007), « Absorptive capacity, R&D spillovers, and public policy », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 25, n°5, pp. 1089-1108.

Lefebvre E., Lefebvre L.A. et Bourgault M. (1998), « R&D-related capabilities as determinants of export performance », *Small Business Economics*, vol. 10, n°4, pp. 365–377.

Lentile D. et Mairesse J. (2009), « A policy to boost R&D : does the R&D tax credit work ? », *european investissement bank papers*, vol. 14, n°1, pp. 114-168.

Lhuillery S., Marino M. et Parotta S. (2013), « Évaluation d'impact du CIR et des subventions à la R&D sur la période 1993-2009 », *Rapport pour le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche*.

Lileeva A. et Trefler D. (2007), « Improved Access to Foreign Markets Raises Plant-Level Productivity ... for Some Plants », *NBER Working Paper*, n°13297.

Link A.N. et Scott J.T. (2012a), « Employment growth from the Small Business Innovation Research program », *Small Business Economics*, vol. 39, n°2, pp. 265-287.

Link A.N. et Scott J.T. (2012b), « Employment growth from public support of innovation in small firms », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 21, n°7, pp. 655-678.

Lokshin B. et Mohnen P. (2012), « How effective are level-based R&D tax credits? Evidence from the Netherlands », *Applied Economics*, vol. 44, n°12, pp. 1527-1538.

López Rodríguez J. et García Rodríguez R.M. (2005), « Technology and export behaviour: A resource-based view approach », *International Business Review*, vol. 14, n°5, pp. 539-557.

Loury G.C. (1979), « Market Structure and Innovation », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 93, n°3, pp. 395-410.

Love J.H. et Roper S. (2015), « SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence », *International Small Business Journal*, vol. 33, n°1, pp. 28-48.

M

Maddala G.S. (1986), *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press, 418 p.

Mairesse J. et Mohnen P. (2010), « Chapter 26 - Using Innovation Surveys for Econometric Analysis », *in* Bronwyn H. Hall and Nathan Rosenberg (dir.), *Handbook of the Economics of Innovation*, North-Holland, pp. 1129-1155.

Manez J.A., Rochina-Barrachina M.E., Sanchis-Llopis J.A. et Vicente O. (2014), « Financial constraints and R&D and exporting strategies for Spanish manufacturing firms », *Industrial and Corporate Change*, vol. 23, n°6, pp. 1563-1594.

Martel L., Masse A. et Lustman F. (2010), « Mission d'évaluation sur le crédit impôt recherche », *Rapport de l'inspection générale des finances*.

Mela C.F. et Kopalle P.K. (2002), « The impact of collinearity on regression analysis: the asymmetric effect of negative and positive correlations », *Applied economics*, vol. 34, pp. 667-677.

Melitz M.J. (2003), « The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity », *Econometrica*, vol. 71, n°6, pp. 1695–1725.

Merito M., Giannangeli S. et Bonaccorsi A. (2010), « Do Incentives to Industrial R&D Enhance Research Productivity and Firm Growth? Evidence from the Italian Case », *International Journal of Technology Management*, vol. 49, n°1-3, pp. 25-48.

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, MESR (2005), « Panorama international des mécanismes nationaux d'aides fiscales à la recherche et à l'innovation ». *Note de recherche n°05-02*

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, MESR (2007), *Le crédit d'impôt recherche*; publications du MESR.

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, MESR (2015), *Guide du crédit d'impôt recherche 2015*, publications du MESR.

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, MESR (2015), L*'état de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en France*, publications du MESR.

Mohnen P., Palm F.C., Loeff S.S. et Tiwari a. (2008), « Financial Constraints and Other Obstacles: are they a Threat to Innovation Activity? », *De Economist*, vol. 156, n°2, pp. 201-214.

Monreal-Pérez J., Aragón-Sánchez A. et Sánchez-Marín G. (2012), « A longitudinal study of the relationship between export activity and innovation in the Spanish firm: The moderating role of productivity », *International Business Review*, vol. 21, n°5, pp. 862-877.

Montmartin B. (2012), *Essais sur la rationalité, les effets et l'efficacité des aides publiques à la R&D privée*, thèse de doctorat, Université Jean Monnet - Saint-Etienne.

Mulatu A. (2016), « On the concept of "competitiveness" and its usefulness for policy », *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 36, pp. 50-62.

Mulkay B. et Mairesse J. (2004), « Une évaluation du crédit d'impôt recherche en France (1980 - 1997) », *Revue d'économie politique*, vol. 114, n°6, pp. 747-778.

Mulkay B. et Mairesse J. (2013), « The R&D Tax Credit in France: Assessment and Ex-Ante Evaluation of the 2008 Reform », *Oxford Economic Papers*, vol. 65, n°3, pp. 746-766.

Murphy K.M. et Topel R.H. (1985), « Estimation and Inference in Two-Step Econometric Models », *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 3, n°4, pp. 370-379.

Mustar P. et Larédo P. (2002), « Innovation and research policy in France (1980–2000) or the disappearance of the Colbertist state », *Research Policy*, vol. 31, n°1, pp. 55-72.

N

Nannicini T. (2006), « Sensatt : A Simulation-Based Sensitivity Analysis for matching estimators », *the stata journal*.

Nassimbeni G. (2001), « Technology, innovation capacity, and the export attitude of small manufacturing firms: a logit/tobit model », *Research Policy*, vol. 30, n°2, pp. 245-262.

Neary J.P. et Leahy D. (2004), « Revenue-constrained strategic trade and industrial policy », *Economics Letters*, vol. 82, n°3, pp. 409-414.

Negassi S. et Sattin J. (2014), « Evaluation of Public R&D Policy : A Meta-Regression Analysis », *University of delaware working paper,* n°2014-09.

Nelson R.R. (1959), « The simple economics of basic scientific research », *The Journal of Political Economy*, vol.67 n°3 p297-306.

Nguyen A.N., Quang Pham N., Nguyen C.D. et Nguyen N.D. (2008), « Innovation and exports in Vietnam's SME sector », *The European Journal of Development Research*, vol. 20, n°2, pp. 262-280.

Norbäck P.-J. (2009), « Subsidizing Away Exports? A Note on R&D-policy Towards Multinational Firms », *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 11, pp. 25-42.

O

OCDE (2003), *Manuel de Frascati*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.

OCDE (2010), *R&D tax incentives: rationale, design, evaluation,* publications de l'OCDE.

OCDE (2014), *Examens de l'OCDE des politiques d'innovation : France*, publications de l'OCDE.

OCDE (2016), *Glossaire économique de l'OCDE,* publications de l'OCDE.

OCDE (2017), « Dépenses intérieures brutes de R-D (indicateur) », *main science and technology indicators database*.

OCDE et Eurostat (1997), *Oslo Manual, 2nd edition*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.

OCDE et Eurostat (2005), *Oslo Manual 3rd edition*, Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development.

Oh I., Lee J.-D., Heshmati A. et Choi G.-G. (2008), « Evaluation of credit guarantee policy using propensity score matching », *Small Business Economics*, vol. 33, n°3, pp. 335-351.

Özçelik E. et Taymaz E. (2004), « Does innovativeness matter for international competitiveness in developing countries? The case of Turkish manufacturing industries », *Research Policy*, vol. 33, n°3, pp. 409-424.

P

Pénin J. (2013), « Are You Open? An investigation of the concept of openness for knowledge and innovation», *Revue économique*, vol. 64, n°1, pp. 133-148.

Pénin J., Hussler C. et Burger-Helmchen T. (2011), « New shapes and new stakes: a portrait of open innovation as a promising phenomenon », *Journal of Innovation Economics & Management*, n°7, pp. 11-29.

Penrose E.T. (1959), *The theory of the growth of the firm*, 4° ed., OUP Oxford, 304 p.

Piekkola H. (2007), « Public funding of R&D and growth: firm-level evidence from Finland », *economics of Innovation and New Technology*, vol. 16, n°3, pp. 195-210.

Pla-Barber J. et Alegre J. (2007), « Analysing the link between export intensity, innovation and firm size in a science-based industry », *International Business Review*, vol. 16, n°3, pp. 275-293.

Posner M.V. (1961), « International trade and technical change », *Oxford Economic Papers*, vol. 13, n°3, pp. 323-341.

R

Roberts M.J. et Tybout J.R. (1997), « The decision to export in colombia: An empirical model of entry with sunk costs », *The American Economic Review*, vol. 87, n°4, pp. 545-564.

Rodil Ó., Vence X. et Sánchez M. del C. (2015), « The relationship between innovation and export behaviour: The case of Galician firms », *Technological Forecasting and Social Change,* vol. 113 part. B pp. 248-265.

Rodrik D. (2004), « Industrial Policy for the Twenty-First Century », *SSRN Scholarly Paper*, n°666808.

Romero-Jordan D., Lucas-Santos S.D., Álvarez-Ayuso, I. *et al.* (2014), « Assessment of the public tools used to promote R&D investment in Spanish SMEs », *Small Business economics,* vol.43 n°4 pp. 959-976.

Roper S. et Love J.H. (2002), « Innovation and export performance: evidence from the UK and German manufacturing plants », *Research Policy*, vol. 31, pp. 1087-1102.

Rosenbaum P. et Rubin D. (1983), « The central role of the propensity score in observational studies for Causal effects », *Biometrika*, vol. 70, pp. 41-55.

Rubin D.B. (1974), « Estimating causal effects of treatment in randomized and non-randomized studies », *Journal of Educational Psychology*, vol. 66, pp. 688-701.

Rubin D.B. (1977), « Assignment to treatment group on the basis of covariate », *Journal of Educational Statistics*, vol. 2, pp. 1-26.

S

Schumpeter J.A., Fain G. et Schumpeter J.A. (1951), *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Payot, 451 p.

Sissoko A. (2015), « R&D subsidies and firm level exports : evidence from France », *Catholic University of Leuven research paper*.

Smith A. (1776), « An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations », *University of Chicago Press,* 1,152 pages | Volume I: liv, 524 p.; Volume II: 568 p.

Soete L. (2007), « From industrial to innovation policy », *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 7, n°3-4, pp. 273-284.

Sørensen A., Kongsted H.C. et Marcusson M. (2003), « R&D, public innovation policy, and productivity: The case of Danish manufacturing », *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 12, n°2, pp. 163-178.

Spence M. (1976), « Product selection, fixed costs, and monopolistic competition », *The Review of Economic Studies*, vol. 43, n°2, pp. 217-235.

Spence M. (1984), « Cost Reduction, competition, and industry performance », *Econometrica*, vol. 52, n°1, pp. 101-121.

T

Takalo T. et Tanayama T. (2010), « Adverse selection and financing of innovation: is there a need for R&D subsidies? », *The Journal of Technology Transfer*, vol. 35, n°1, pp. 16-41.

Takalo T., Tanayama T. et Toivanen O. (2013), « Estimating the Benefits of Targeted R&D Subsidies », *Review of Economics and Statistics*, vol. 95, n°1, pp. 255-272.

V

Van Beveren I. et Vandenbussche H. (2010), « Product and process innovation and firms' decision to export », *Journal of Economic Policy Reform*, vol. 13, n°1, pp. 3-24.

Verbeek M. (2012), *A Guide to Modern Econometrics*, 4° ed. Wiley, 514 p.

Vernon R. (1966), « International investment and international trade in the product cycle », *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 80, n°2, pp. 190-207.

Vernon R. (1979), « The Product Cycle Hypothesis in a New International Environment », *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 41, n°4, pp. 255-267.

Verspagen B. et Wakelin K. (1997), « Trade and Technology from a Schumpeterian Perspective », *International Review of Applied Economics*, vol. 11, n°2, pp. 181-194.

W

Wakelin K. (1998a), « Innovation and export behaviour at the firm level », *Research Policy*, vol. 26, n°7–8, pp. 829-841.

Wakelin K. (1998b), « The role of innovation in bilateral OECD trade performance », *Applied Economics*, vol. 30, n°10, pp. 1335-1346.

Wallsten S.J. (2000), « The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the Small Business Innovation Research Program », *The RAND Journal of Economics*, vol. 31, n°1, pp. 82-82.

Wang F. (2014), « Complementarities between R&D investment and exporting—Evidence from China », *China Economic Review*, vol. 31, pp. 217-227.

Warwick K. (2013), « Beyond industrial policy, emerging issues and new trends », *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*.

White H. (1980), « A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity », *Econometrica*, vol. 48, n°4, pp. 817-838.

Wolff G.B. et Reinthaler V. (2008), « The effectiveness of subsidies revisited: Accounting for wage and employment effects in business R&D », *Research Policy,* vol. 37, n°8, pp. 1403-1412.

Wooldridge J. (2011), *Introductory econometrics, a modern approach.*, 4° ed. South-Western, 886 p.

Z

Zúñiga-Vicente J.Á., Alonso-Borrego C., Forcadell F.J. et Galán J.I. (2014), « Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: A survey », *Journal of Economic Surveys*, vol. 28, n°1, pp. 36-67.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Catégorisation des dispositifs publics en faveur de l'innovation en fonction de leur type 17

Tableau 2 : Évolution des moyens de l'État et de ses opérateurs en faveur de l'innovation par modalités de financement 17

Tableau 3 : Entreprises françaises se déclarant innovantes et exportatrices en 2012, par catégorie de taille (en %) 21

Tableau 4 : Justifications de l'intervention de l'État en faveur de l'innovation 35

Tableau 5 : Typologie des aides à l'innovation, en fonction des défaillances de marché ciblées 39

Tableau 6 : Moyens de l'État et de ses opérateurs en faveur de l'innovation par famille d'objectif principal en 2014-2015 (millions d'euros et pourcentage) 40

Tableau 7 : Évolution de la DIRD brute des principaux pays de l'OCDE entre 2008 et 2014 45

Tableau 8 : Evolution de la répartition du total des aides à l'innovation par catégories de firmes entre 2003 et 2010 47

Tableau 9 : Taux de financement public de la R&D des firmes en 2009 48

Tableau 10 : Avantages et inconvénients des aides directes et fiscales à l'innovation 53

Tableau 11 : Distribution des montants du CIR en 2011 63

Tableau 12 : Caractéristiques des firmes déclarantes, pour l'année 2005 63

Tableau 13 : Détail des données utilisées pour l'analyse empirique 116

Tableau 14 : Les sous échantillons, en fonction du type d'aide à l'innovation obtenu, pour l'analyse bi-variée récursive 117

Tableau 15 : Distinction entre les échantillons traités et témoins pour la méthode par appariement 119

Tableau 16 : Définition des variables incluses dans l'analyse bi-variée récursive 121

Tableau 17 : Définition des variables incluses dans le modèle probit (analyse par appariement) 127

Tableau 18 : Définition des mesures de l'exportation dans l'analyse par appariement 130

Tableau 19 : Statistiques descriptives relatives aux déterminants de l'innovation de produit 135

Tableau 20 : Statistiques descriptives relatives aux déterminants de l'exportation 136

Tableau 21 : Différences entre les firmes ayant bénéficié d'une aide directe ou non 137

Tableau 22 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive 140

Tableau 23 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive sous-échantillon DIRECT_0 147

Tableau 24 : Résultats de l'estimation bi-variée récursive, sous-échantillon DIRECT_1 148

Tableau 25 : Etapes de la méthode par appariement 153

Tableau 26 : Statistiques descriptives relatives aux échantillons traités et témoins 155

Tableau 27 : Statistiques descriptives relatives aux échantillons traités et témoins parmi les firmes ayant bénéficié d'aides directes (DIRECT_1_06) .. 156

Tableau 28 : Résultats des modèles « probit » estimant la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation 157

Tableau 29 : Caractéristiques des scores de propension 162

Tableau 30 : Effet moyen des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes subventionnées 163

Tableau 31 : Caractéristiques des scores de propension, firmes innovantes en produit 166

Tableau 32 : Résultats de l'appariement, échantillon de firmes innovantes en produit 167

Tableau 33 : Description des étapes de l'estimation économétrique 175

Tableau 34 : Statistiques descriptives relatives aux variables de R&D, échantillon total et DIRECT_0_06 177

Tableau 35 : Statistiques descriptives relatives aux mesures de la R&D, échantillon DIRECT_1_06 178

Tableau 36 : Effet moyen des aides à l'innovation sur l'intensité de R&D des firmes traitées 179

Tableau 37 : Résultats de l'estimation pour les firmes innovantes en produit 180

Tableau 38 : Statistiques descriptives pour l'échantillon appareillé (enquêtes CIS4 et CIS5) 182

Tableau 39 : Résultat du modèle probit sur la période 2002-2004..... 184

Tableau 40 : Caractéristiques du score de propension..... 186

Tableau 41 : Résultats de l'analyse par appariement sur l'intensité de R&D investie en 2004..... 186

Tableau 42 : Statistiques descriptives pour les variables mesurant la R&D induite par l'intervention publique et non subventionnée 190

Tableau 43 : Caractéristiques des déterminants de l'innovation de produit, échantillon appareillé..... 192

Tableau 44 : Caractéristiques des déterminants de l'exportation, échantillon appareillé 193

Tableau 45 : Résultats de l'analyse bi-variée récursive pour l'échantillon appareillé 195

Tableau 46 : Identification de l'ampleur du biais généré par la méthodologie en deux étapes par la méthode du bootstrap..... 198

Tableau 47 : Synthèse des méthodes économétriques utilisées 204

Tableau 48 : Synthèse des résultats..... 208

Liste des graphiques

Graphique 1 : Croissance moyenne des exportations (2006 - 2010) 22

Graphique 2 : Évolution comparée des taux de croissance du PIB et de la DIRDE en France entre 1987 et 2008 36

Graphique 3 : Financements publics à la R&D des entreprises en France, 1993-2012, en pourcentage du PIB 43

Graphique 4 : Évolution de la DIRD des firmes entre 1981 et 2013 (en M€, au prix 2010) 44

Graphique 5 : Part des firmes innovantes en produit et procédé bénéficiant d'aides pour innover, en %, entre 2010-2012 48

Graphique 6 : Décomposition des aides directes et indirectes à l'innovation en fonction de la taille de la firme, entre 2003 et 2010 (en % de la VA). 49

Graphique 7 : Distribution des aides à l'innovation en fonction de la taille des firmes (2010) 50

Graphique 8 : Décomposition des aides à l'innovation par source de financement, en 2014 (en %) 55

Graphique 9 : Évolution de la part des incitations fiscales dans l'ensemble des aides à l'innovation des firmes dans certains pays de l'OCDE, entre 2000 et 2013 55

Graphique 10 : Répartition entre les aides directes et fiscales à l'innovation, en % du PIB (2010) 56

Graphique 11 : Subvention fiscale à la R&D (1-B-index), 2011 57

Graphique 12 : Évolution du nombre de déclarants pour l'obtention du CIR entre 1990 et 2005 59

Graphique 13 : Évolution du montant total alloué au CIR entre 1999 et 2010, en millions d'euros constants 61

Graphique 14 : Nombre de déclarants et de bénéficiaires du CIR entre 1983 et 2011 62

Graphique 15 : Effet du CIR sur le taux effectif d'IS des firmes, entre 2006 et 2008..... 64

Graphique 16 : La décision d'investissement de la firme en R&D 73

Graphique 17 : Densités Kernel du score de propension pour les firmes traitées et non traitées..... 161

Graphique 18: Densité kernel des scores de propension pour les échantillons traités et non traités..... 166

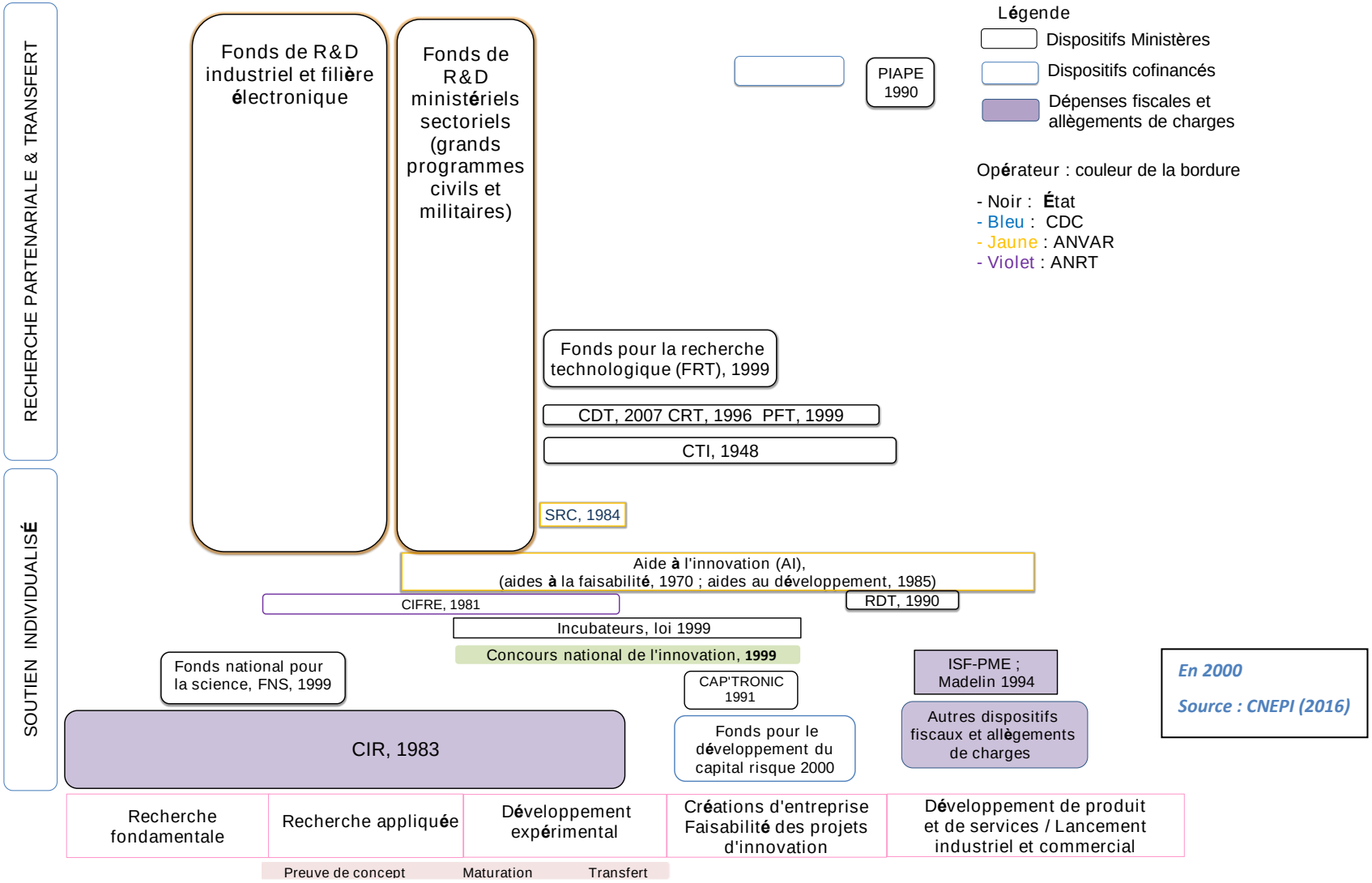
Graphique 19 : Densités kernel des scores de propension pour les firmes traitées et non traitées 186

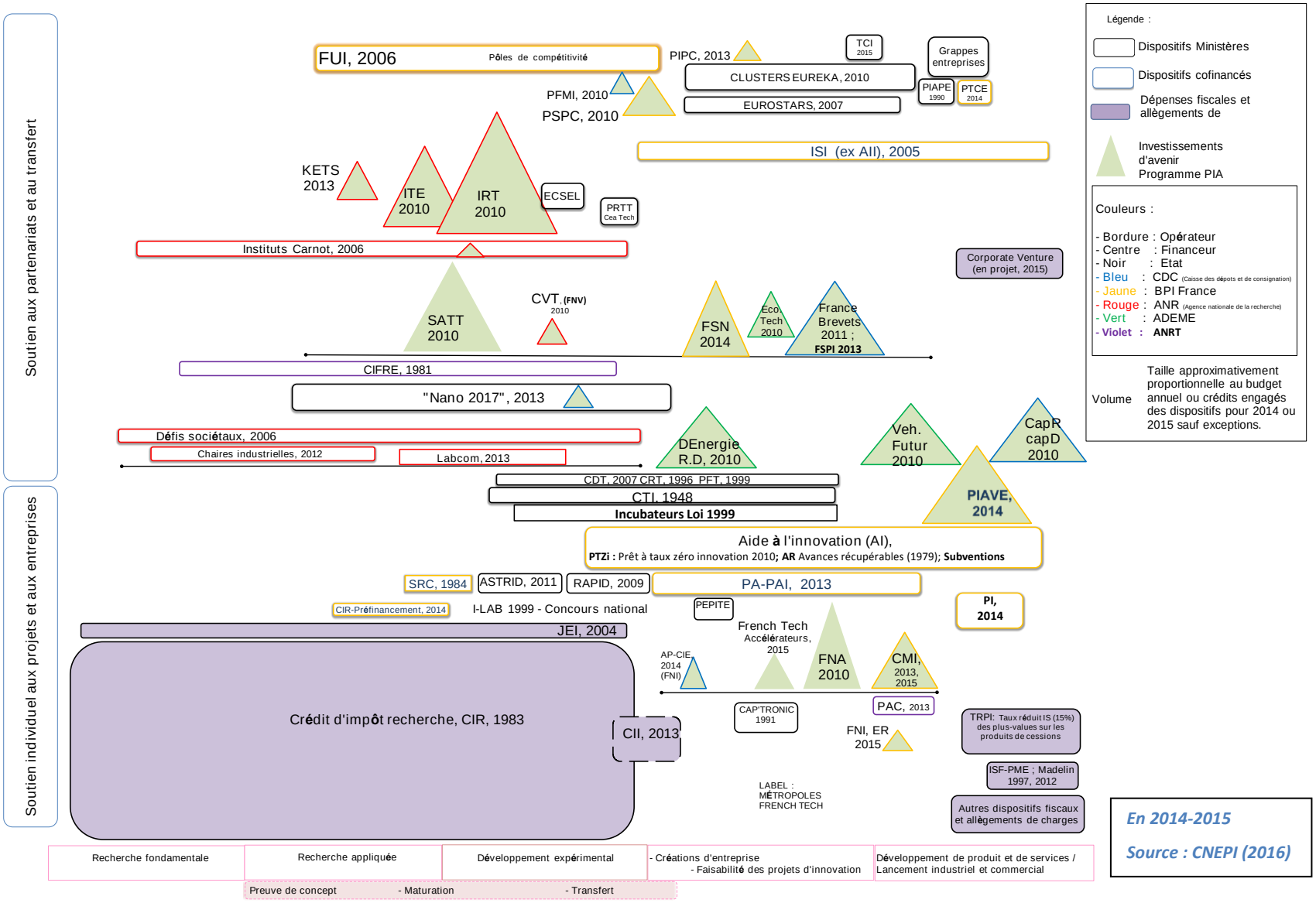
Liste des figures

Figure 1 : L'effet additionnel généré par l'intervention publique sur la R&D privée 75
Figure 2 : L'effet additionnel sur l'output de R&D 75

Annexes

Annexe 1 : Panorama des dispositifs de soutien nationaux à l'innovation




Soutien aux partenariats et au transfert
Soutien individuel aux projets et aux entreprises
FUI, 2006
Pôles de compétitivité
PIPC, 2013
TCI 2015
Grappes entreprises
CLUSTERS EUREKA, 2010
PIAPE 1990
PTCE 2014
PFMI, 2010
PSPC, 2010
EUROSTARS, 2007
ISI (ex AII), 2005
KETS 2013
ITE 2010
IRT 2010
ECSEL
PRTT Cea Tech
Instituts Carnot, 2006
Corporate Venture (en projet, 2015)
SATT 2010
CVT (FNV) 2010
FSN 2014
Eco Tech 2010
France Brevets 2011 ; FSPI 2013
CIFRE, 1981
"Nano 2017", 2013
Défis sociétaux, 2006
Chaires industrielles, 2012
Labcom, 2013
DEnergie R.D, 2010
Veh. Futur 2010
CapR capD 2010
CDT, 2007 CRT, 1996 PFT, 1999
CTI, 1948
Incubateurs Loi 1999
PIAVE, 2014
Aide à l'innovation (AI),
PTZi : Prêt à taux zéro innovation 2010; AR Avances récupérables (1979); Subventions
SRC, 1984
ASTRID, 2011
RAPID, 2009
PA-PAI, 2013
PEPITE
PI, 2014
CIR-Préfinancement, 2014
I-LAB 1999 - Concours national
JEI, 2004
French Tech Accélérateurs, 2015
AP-CIE 2014 (FNI)
FNA 2010
CMI, 2013, 2015
CAP'TRONIC 1991
PAC, 2013
Crédit d'impôt recherche, CIR, 1983
CII, 2013
FNI, ER 2015
TRPI: Taux réduit IS (15%) des plus-values sur les produits de cessions
ISF-PME ; Madelin 1997, 2012
LABEL : MÉTROPOLES FRENCH TECH
Autres dispositifs fiscaux et allègements de charges
Légende :
Dispositifs Ministères
Dispositifs cofinancés
Dépenses fiscales et allègements de
Investissements d'avenir Programme PIA
Couleurs :
- Bordure : Opérateur
- Centre : Financeur
- Noir : Etat
- Bleu : CDC (Caisse des dépots et de consignation)
- Jaune : BPI France
- Rouge : ANR (Agence nationale de la recherche)
- Vert : ADEME
- Violet : ANRT
Volume
Taille approximativement proportionnelle au budget annuel ou crédits engagés des dispositifs pour 2014 ou 2015 sauf exceptions.
Recherche fondamentale
Recherche appliquée
Développement expérimental
- Créations d'entreprise
- Faisabilité des projets d'innovation
Développement de produit et de services / Lancement industriel et commercial
Preuve de concept
- Maturation
- Transfert
En 2014-2015
Source : CNEPI (2016)

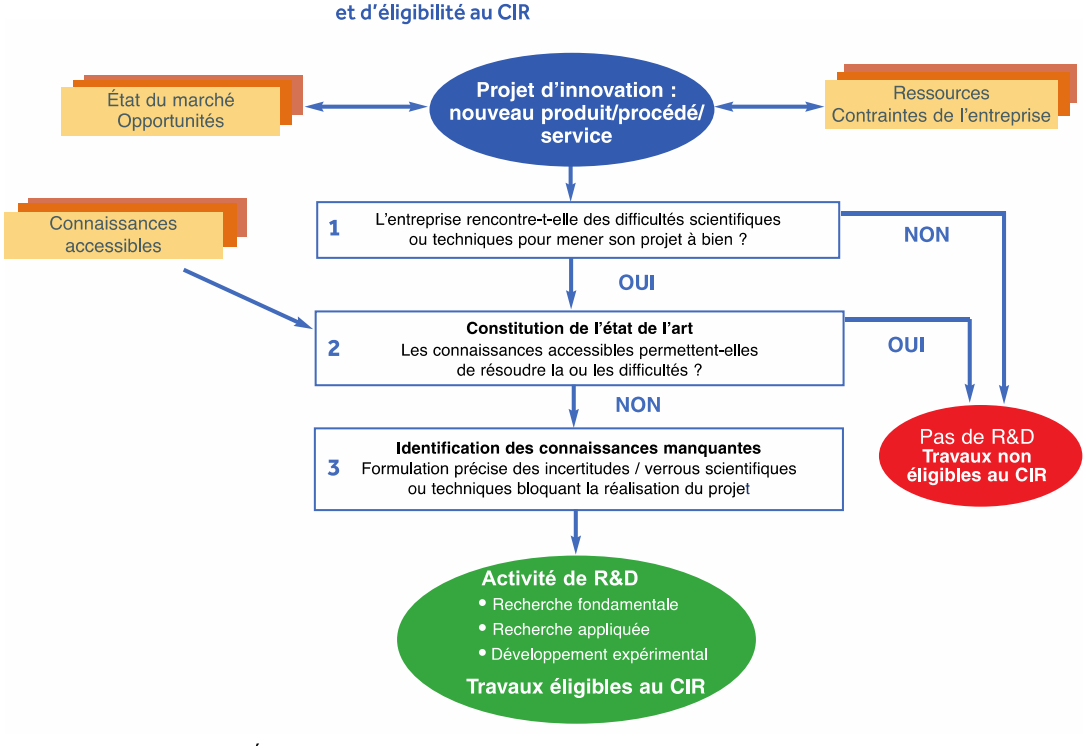
1) Augmenter les capacités privées en R & D	2) Accroître les retombées économiques de la recherche publique	3) Développer les projets de coopérations entre acteurs, les réseaux	4) Promouvoir l'entrepreneuriat innovant	5) Soutenir le développement des entreprises innovantes
CIFRE : Convention industrielle de formation par la recherche entreprise, 1981 (2) (3) **CIR** : Crédit impôt recherche, 1983 (3) (4) **CIR-Préf.** : Préfinancement CIR, 2014 (4) **CTI** : Centres techniques industriels, 1948 **Défis sociétaux,** 2006 (3) **DEnergieRD** : Démonstrateurs énergies renouvelables et décarbonisés, 2010 **ISI** : Innovation stratégie industrielle (2005, ex-AII) (5) **RAPID** : Régime d'appui pour l'innovation duale, 2009 (3) **SRC** : Structures de recherche sous Contrat, 2014 (3) **Véh Futur** : Véhicule du futur, 2010 (3)	**ASTRID** : accompagnement spécifique des travaux de recherche d'intérêt défense + ASTRID maturation, 2011 **CAP'TRONIC** : Programme CAP'TRONIC, 1991 **Chaires industrielles,** 2012 **CVT** : Consortia de valorisation thématique, 2010 **Incubateurs** loi 1999 (5) **Instituts Carnot,** 2006 (3) **PRTT CEA** : Plates-formes régionales de transfert technologique, 2014 (3) **SATT** : Sociétés d'accélération du transfert de technologie, 2010 (3)	**Clusters EUREKA,** 2010 **EUROSTARS,** 2007 **ECSEL** : Initiative technologique conjointe, 2014 **FUI** : Fonds unique interministériel 2006 (1) **Grappes E** : Grappes d'entreprises 2009 **KETS** : Technologies clefs innovantes 2013 **IRT** : Instituts de recherche technologique, 2010 (2) **ITE** : Institut pour la transition énergétique, 2010 (2) **Labcom** : Laboratoire Commun, 2013 (2) **Nano 2017,** 2013 (1) **PFMI** : Plateformes mutualisées d'innovation, 2010 (2) **PIAPE** : Pôles d'innovation pour l'artisanat et les petites entreprises, 1990 **PIPC** : Prêt à l'industrialisation des pôles de compétitivité, 2013 **PTCE** : Pôles territoriaux de coopération économique, 2014 **PSPC** : Projets structurants pour la compétitivité, 2010 (1) (5) **TCI** : Territoires catalyseurs d'innovation, 2015	**AP- CIE** : Appel à projets "culture d'innovation et entrepreneuriat" 2014 **FNA** : Fonds national d'amorçage Initiative technologique conjointe ECSEL, 2010 (2) **JEI** : Jeune entreprise innovante, 2004 **i-Lab** : concours national création d'entreprises de technologies innovantes, 1999 (2) **(Métropoles) French Tech** , 2013, et **(Accélérateurs) French Tech,** 2015 (5) **PPA** : Prêt participatif d'amorçage Post 2005 **SEE** : Soutien à l'entreprenariat étudiant, 2014	**AI** : Aides à l'innovation (1967, Anvar) (1) **CDT CRT PFT** : Cellule de diffusion technologique (2007), Centre de ressources technologiques (1996), Plateforme technologique (1999) **Cap R cap D** : Capital risque - capital développement, 2010 **CII** : Crédit impôt innovation, 2013 **CMI** : Concours Mondial de l'innovation Innovation de rupture/programme de soutien à l'innovation majeure 2014 (4) (2) **CV** : Corporate venture, 2014 (4), en projet **FISO** : Fonds d'innovation sociale, 2015 (3) (4) **FNI** : Fonds national d'innovation, 2013 **FNI ER.** : FNI, expérimentation régionale, 2014 **Fonds Ecotech** : Fonds Echotechnologie, 2010 **France Brevets,** 2011 **FSN, Num** : Fonds national pour la société (2010) et numérique"usage et technologies numériques", 2014 **FSPI** : Fonds souverain de propriété intellectuelle, 2014 **ISF-PME** : ISF-PME et « Madelin » 1997, (et 2012) **PAC** : Programme d'accompagnement des PME et ETI "Coaching INPI", 2013 **PIAVE** : Projet industriel d'avenir, 2014 (1) (3) **PPI** : Prêt pour l'innovation, Post 2005 (BDPME) **PTOI** : Prêt à taux zéro innovation 2005 (1) **PAI** : Prêts à l'industrialisation, 2013 (1) **TRPI** : taxation à taux réduit des revenus de la propriété intellectuelle

Source :

CNEPI (2016)

Annexe 2 : Règles d'éligibilité du CIR

Schéma 2 - **Démarche générale d'identification des activités de R&D et d'éligibilité au CIR**



Source : ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015)

Annexe 3 : Evolution des critères d'éligibilité du CIR

Principales évolutions du mode de calcul du CIR entre 1983 et 2011

Date	Formule de calcul à partir de l'accroissement des dépenses éligibles (D)	Taux sur le volume des dépenses de R&D	Plafond
1983	25 % $[D_n - D_{n-1}]$	-	0,5 millions € (3 millions de francs)
1985	50 % $[D_n - D_{n-1}]$	-	0,8 millions € (5 millions de francs)
1988	50 % $[D_n - D_{n-1}]$ 30 % $[D_n - D_{1987}]$	-	1,5 millions € (10 millions de francs)
1991	50 % $[D_n - [(D_{n-1} + D_{n-2})/2]]$	-	6,1 millions € (40 millions de francs)
2004	45 %	5 %	8 millions €
2006	40 %	10 %	10 millions €
2007	40 %	10 %	16 millions €
2008	-	• 30 % en dessous de 100 millions d'euros, 5 % au-delà • Pour la 1ère tranche, 50 % la première année et 40 % la 2ème	-
2011	-	• 30 % en dessous de 100 millions d'euros, 5 % au-delà • Pour la 1ère tranche, 40 % la première année et 35 % la 2ème	-
2013	-	• 30 % en dessous de 100 millions d'euros, 5 % au-delà • 20 % pour les dépenses d'innovation pour les PME (au sens communautaire)	80 000 € (*pour le CII*)

Source : MESR (2014) *les plafonds exprimes en francs avant 2000 ont été convertis*

Annexe 4 : Méthode de calcul de la productivité totale des facteurs

La méthode de calcul de la productivité totale des facteurs est la suivante. Notons que cet indice n'a pas été directement calculé dans le cadre de cette recherche, mais provient d'une base de données préalablement réalisée.

Soit une firme *i* à la période *t*.

$$\ln TFP_{it} = \ln\ Y_{it} - \overline{\ln\ Y_t} + \sum_{\tau=2}^{t} \left(\overline{\ln\ Y_\tau} - \overline{\ln\ Y_{\tau-1}}\right) - \left[\begin{array}{l} \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2}\left(S_{nit} + \overline{S_{nt}}\right)\left(\ln\ X_{nit} - \overline{\ln\ X_{nt}}\right) \\ + \sum_{\tau=2}^{t} \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{2}\left(\overline{S_{n\tau}} + \overline{S_{n\tau-1}}\right)\left(\overline{\ln\ X_{n\tau}} - \overline{\ln\ X_{n\tau-1}}\right) \end{array} \right]$$

où Y_{it} représente la croissance réelle de l'output de la firme i à la période t, en utilisant le set de N inputs X_{nit}. X est alternativement le stock de capital (K), le travail mesuré en nombre d'heures travaillées (L) et les outputs intermédiaires (M). S_{nit} est la part du coût de l'input X_{nit} dans le cout total. τ Et n sont des indices indiquant respectivement le temps et les inputs. Les symboles ayant une barre supérieure correspondent aux mesures réalisées pour le point de référence (la firme hypothétique). Ils sont calculés comme étant les moyennes des variables de la firme correspondante, pour toutes les firmes et pour l'année t. L'équation X implique que les points de référence $\overline{\ln Y}$ et $\overline{\ln X}$ correspondent aux moyennes géométriques des quantités respectives d'output et d'input, tandis que la part du coût des inputs pour la firme représentative $\bar{S}$ sont calculés comme étant les moyennes arithmétiques des moyennes des parts de cout pour toutes les firmes contenues dans l'échantillon.

Annexe 5 : Définition des secteurs, codes NACE deuxième niveau

Variable	Code NES, description du secteur
secteur 1	C1 Edition, impression, copie (non inclus, référence)
secteur 2	C2 Fabrication de textiles, industrie du cuir et de la chaussure
secteur 3	C3 Pharmacie, pafumerie
secteur 4	C4 Industries des équipements domestiques
secteur 5	D0 Industrie automobile
secteur 6	E1 Construction navales, aéronotique et industrie ferroviaire
secteur 7	E2 Industries des équipements mécaniques
secteur 8	E3 Industries de l'équipement électrique et électronique
secteur 9	F1 Industries de production de produits minéraux
secteur 10	F2 Industries de l'habillement
secteur 11	F3 Industrie du bois et du papier
secteur 12	F4 Chimie, Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques
secteur 13	F5 Métallurgie et fabrication de produits métalliques,
secteur 14	F6 Fabrication de composants électirques, informatiques, électroniques et optiques
secteur 15	G1-G2 Combustibles et production de carburants - Eau, gaz, électricité

Annexe 6 : Coefficients de corrélation bi-variés, échantillon total, équations d'innovation de produit et d'exportation

Matrice de corrélations, équation d'innovation de produit

	RD_GLOBAL	SUBVTOT	GROUPE	LNTFP_02_04	LNL_02_04	LNW_02_04	EQUIP	FORMATION	PATREG	VAGUECIS
RD_GLOBAL	1.0000									
SUBVTOT	0.5373	1.0000								
GROUPE	0.2354	0.1388	1.0000							
LNTFP_02_04	0.1117	0.1078	0.0696	1.0000						
LNL_02_04	0.3510	0.3177	0.4459	0.0283	1.0000					
LNW_02_04	0.1794	0.1881	0.2670	0.4086	0.2777	1.0000				
EQUIP	**0.5993**	0.4521	0.1773	0.0919	0.3072	0.1451	1.0000			
FORMATION	**0.5829**	0.4078	0.1856	0.1028	0.3166	0.1717	**0.6314**	1.0000		
PATREG	0.0936	0.0771	0.1295	0.1785	0.1588	0.3565	0.0884	0.1092	1.0000	
VAGUECIS	-0.0085	0.0801	-0.0329	0.0661	0.0450	0.0980	0.0752	0.0178	-0.0115	1.0000

Matrice de corrélations, équation d'exportation.

	FOREIGN	AGEDUM	LNTFP_04_06	LNK_04_06	VAGUECIS	INNOPRODUIT	EXPDUM_03_05	SUBVTOT	LNW_04_06	INNOPROCEDE
FOREIGN	1.0000									
AGEDUM	-0.0215	1.0000								
LNTFP_04_06	0.0465	-0.0177	1.0000							
LNK_04_06	0.2567	-0.0720	-0.0884	1.0000						
VAGUECIS	0.1247	-0.0286	0.0730	0.0412	1.0000					
INNOPRODUIT	0.1182	-0.0012	0.1512	0.3330	-0.0080	1.0000				
EXPDUM_03_05	0.0844	-0.0394	0.0850	0.2659	0.0119	0.2177	1.0000			
SUBVTOT	0.0507	-0.0068	0.1189	0.2977	0.0799	0.4714	0.1724	1.0000		
LNW_04_06	0.1587	-0.0138	0.3976	0.3556	0.1059	0.2075	0.1763	0.1909	1.0000	
INNOPROCEDE	0.0619	0.0017	0.0408	0.3034	-0.0285	0.4535	0.1281	0.3693	0.0899	1.0000

Annexe 7 : Le pourcentage de prédictions correctes

Cameron et Trivedi, (2009, p. 471) proposent d'évaluer la validité des estimations réalisées en comparant les prédictions du modèle avec les observations réalisées au sein de l'échantillon de référence. Les prédictions ont été calculées de la manière suivante : une firme sera considérée comme innovante (exportatrice) si la probabilité prédite qu'elle innove (exporte) est supérieure ou égale à 50 %.

Il est ensuite possible de calculer le taux de prédictions correctes. Nous utilisons pour cela la matrice de contingence. Dans notre cas, nous avons quatre choix possibles pour les firmes à la période t : (1) Elles innovent et exportent (*INNOPRODUIT*=1 et *EXPDUM*=1) ; (2) Elles innovent sans exporter (*INNOPRODUIT* =1 et *EXPDUM* =0) ; (3) Elles exportent sans innover (*INNOPRODUIT* =0 et *EXPDUM* =1) ; (4) Elles ne font aucune des deux activités (*INNOPRODUIT* =0 et *EXPDUM* =0). Par exemple, nous détaillons dans le tableau suivant la matrice de contingence relative au modèle complet (10), présenté ci-après. Les cases grisées dans ce tableau représentent les prédictions correctes :

		Prédits			
		INNOPRODUIT=0 EXPDUM=0	INNOPRODUIT=1 EXPDUM =0	INNOPRODUIT=0 EXPDUM =1	INNOPRODUIT=1 EXPDUM =1
Observés	INNOPRODUIT=0 EXPDUM =0	810	47	108	130
	INNOPRODUIT=1 EXPDUM =0	39	3106	36	116
	INNOPRODUIT=0 EXPDUM =1	44	48	141	36
	INNOPRODUIT=1 EXPDUM =1	145	761	73	2496

Le taux de prédictions correctes est établi de la manière suivante :

(810 + 3106 + 141 + 2496) / (810 + 47 + 108 + 130 + 39 + 3106 + 36 + 116 + 44 + 48 + 141 + 36 + 145 + 761 + 73 + 2496) x 100 = 80,54 %. Le taux de prédictions correctes est ensuite comparé à la prévision naïve. Dans une analyse bi-variée, celui-ci serait de 25 % (quatre choix possibles). La statistique calculée étant largement supérieure à ce taux, nous considérons que ce modèle est de bonne qualité.

Annexe 8 : Matrice de transition pour la variable d'exportation

La matrice suivante permet de préciser les transitions entre l'exportation passée (à la période *t-1*) et actuelle (à la période *t*). 96,65 % des firmes exportatrices avaient déjà une activité d'exportation à la période précédente, et 84,03 % des firmes présentes uniquement sur le marché français en *t-1* n'exportent pas à la période *t*.

	EXPDUM_05		
EXPDUM	0	1	Total
0	84,03 %	15,97 %	100,00 %
1	3,35 %	96,65 %	100,00 %
Total	16,89 %	83,11 %	100,00 %

Les firmes exportatrices bénéficient également d'un soutien public à l'innovation plus important. 28,43 % des firmes exportatrices ont obtenu des aides publiques à l'innovation, contre seulement 10,71 % parmi les non exportatrices.

Annexe 9 : Statistiques descriptives et résultats de l'analyse bi-variée pour les périodes 2002-2004 et 2004-2006

Statistiques descriptives pour les périodes 2002-2004 et 2004-2006 modélisation bi-variée

	2002-2004		2004-2006		
	Moyenne	E-t	Moyenne	E-t	Prob. t=0
Variables dépendantes					
INNOPRODUIT	0,4421	0,4967	0,4340	0,4957	0.8744
EXPDUM	0,8287	0,3768	0,8366	0,3698	0.3397
Variables indépendantes, communes aux deux équations					
SUBVTOT	0,2550	0,4359	0,3277	0,4694	0.0000***
LNTFP_02_04	0,0375	0,1987	0,0638	0,2245	0.0000***
LNTFP_04_06	0,0454	0,2127	0,0766	0,2154	0.0000***
LNW_02_04	3,2348	0,3031	3,2927	0,2806	0.0000***
LNW_04_06	3,2895	0,3173	2,3535	0,2763	0.0000***
VAGUECIS	0,4536	0,4979	0,4734	0,4995	0.1915
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'innovation de produit					
RD_GLOBAL	0,4642	0,4988	0,9275	0,2594	0.0000***
LNL_02_04	4,7724	1,2594	4,8856	1,2375	0.0000***
GROUPE	0,6441	0,4788	0,6989	0,4589	0.0000***
EQUIP	0,3787	0,4851	0,4529	0,4978	0.0000***
FORMATION	0,3631	0,4810	0,3802	0,4855	0.1074
PATREG	152,9173	95,0941	150,7886	88,9987	0.2906
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'exportation					
VAGUECIS	.4446886	.0134552	.4588687	.0060562	0.3397
FOREIGN	0,2536	0,4351	0,3689	0,4826	0.0000***
LNK	8,1589	1,9113	8,3182	1,9332	0.0002***
AGEDUM	0,0462	0,2098	0,0347	0,1831	0.0098***
EXPDUM_03_05	0,8271	0,3782	0,8360	0,3703	0.2812
INNOPROCEDE	0,3962	0,4892	0,3683	0,4824	0.0103**
Nb. d'obs.	4422		3714		

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Résultats de l'estimation bi-variée récursive, sous période 2002-2004

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Variable dépendante : **INNOPRODUIT** *(14 variables sectorielles incluses)*							
SUBVTOT	0.244	0.261	0.252	0.254	0.254	0.255	0.210
	[0.064]***	[0.064]***	[0.064]***	[0.064]***	[0.064]***	[0.064]***	[0.061]***
LNTFP_02	0.370	0.386	0.376	0.373	0.374	0.377	0.439
	[0.166]**	[0.167]**	[0.167]**	[0.166]**	[0.166]**	[0.167]**	[0.173]**
LNW_02	0.138	0.161	0.148	0.148	0.147	0.148	0.173
	[0.110]	[0.111]	[0.110]	[0.110]	[0.110]	[0.110]	[0.116]
RD_GLOBAL	2.015	2.044	2.039	2.037	2.037	2.038	2.676
	[0.070]***	[0.070]***	[0.070]***	[0.070]***	[0.070]***	[0.070]***	[0.096]***
LNL_02	0.093	0.094	0.092	0.091	0.091	0.092	0.101
	[0.024]***	[0.025]***	[0.024]***	[0.024]***	[0.024]***	[0.024]***	[0.025]***
GROUPE	0.197	0.178	0.189	0.191	0.191	0.189	0.193
	[0.065]***	[0.065]***	[0.065]***	[0.065]***	[0.065]***	[0.065]***	[0.068]***
EQUIP	0.428	0.417	0.427	0.428	0.429	0.426	1.410
	[0.067]***	[0.067]***	[0.067]***	[0.067]***	[0.067]***	[0.067]***	[0.189]***
FORMATION	0.258	0.241	0.251	0.251	0.251	0.250	1.028
	[0.068]***	[0.068]***	[0.068]***	[0.068]***	[0.068]***	[0.068]***	[0.231]***
PATREG	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	[0.0003]*	[0.0003]*	[0.0003]*	[0.0003]*	[0.0003]*	[0.0003]*	[0.000]*
FORMEQUIP							-0.302
							[0.136]**
EQUIPRD							-1.049
							[0.208]***
FORMRD							-0.764
							[0.216]***
CONSTANTE	-2.637	-2.708	-2.672	-2.672	-2.669	-2.670	-3.270
	[0.353]***	[0.354]***	[0.354]***	[0.353]***	[0.353]***	[0.354]***	[0.386]***
Variable dépendante : **EXPDUM** *(14 variables sectorielles incluses)*							
LNTFP_04	0.755	0.657	0.413	0.425	0.467	0.470	0.463
	[0.174]***	[0.161]***	[0.150]***	[0.150]***	[0.162]***	[0.161]***	[0.161]***
FOREIGN	0.353	0.325	0.248	0.263	0.271	0.269	0.264
	[0.073]***	[0.074]***	[0.090]***	[0.091]***	[0.092]***	[0.093]***	[0.093]***
LNK_04	0.270	0.231	0.145	0.144	0.148	0.150	0.148
	[0.018]***	[0.019]***	[0.022]***	[0.022]***	[0.022]***	[0.022]***	[0.023]***
AGEDUM	-0.039	-0.067	0.085	0.080	0.085	0.091	0.094
	[0.113]	[0.113]	[0.165]	[0.165]	[0.165]	[0.166]	[0.166]
INNOPRODUIT		0.562	0.230	0.138	0.139	0.240	0.307
		[0.072]***	[0.104]**	[0.117]	[0.117]	[0.140]*	[0.137]**
EXPDUM_03			2.639	2.633	2.637	2.641	2.639
			[0.072]***	[0.072]***	[0.072]***	[0.073]***	[0.073]***
SUBVTOT				0.160	0.161	0.169	0.151
				[0.078]**	[0.079]**	[0.080]**	[0.080]*
LNW_04					-0.080	-0.096	-0.098
					[0.126]	[0.129]	[0.129]
INNOPROCEDE						-0.128	-0.152
						[0.098]	[0.100]
CONSTANTE	-1.378	-1.345	-2.378	-2.373	-2.155	-2.116	-2.109
	[0.173]***	[0.171]***	[0.218]***	[0.217]***	[0.408]***	[0.417]***	[0.418]***
Observations	4422	4422	4422	4422	4422	4422	4422
ρ	0.160	-0.143	0.077	0.126	0.126	0.070	0.014
	[0.045]***	[0.058]**	[0.079]	[0.087]	[0.087]	[0.096]	[0.094]
LL	-3162.4535	-3133.9855	-2256.115	-2254.7928	-2254.8114	-2253.8369	-2184.5776
pred. correctes	67,71 %	68,63 %	80,14 %	80,05 %	80,10 %	80,05 %	80,55 %
AIC	6408.907	6353.971	4600.23	4599.98	4601.623	4601.674	4469.155
BIC	6677.47	6628.928	4881.581	4887.726	4895.763	4902.208	*4788.872*

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Résultats de l'estimation bi-variée récursive, sous période 2004-2006

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Variable dépendante : **INNOPRODUIT** *(14 variables sectorielles incluses)*								
SUBVTOT	0.189	0.198	0.192	0.192	0.192	0.191	0.194	0.140
	[0.070]***	[0.069]***	[0.069]***	[0.069]***	[0.069]***	[0.069]***	[0.069]***	[0.068]**
LNTFP_04	-0.016	-0.034	-0.025	-0.025	-0.021	-0.021	-0.062	0.005
	[0.191]	[0.187]	[0.187]	[0.187]	[0.187]	[0.186]	[0.186]	[0.182]
LNW_04	0.450	0.477	0.470	0.469	0.462	0.464	2.982	3.141
	[0.138]***	[0.137]***	[0.138]***	[0.138]***	[0.137]***	[0.137]***	[1.488]**	[1.453]**
LNW2_04							-0.373	-0.394
							[0.217]*	[0.211]*
RD_GLOBAL	1.889	1.928	1.915	1.915	1.915	1.915	1.914	2.843
	[0.087]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.086]***	[0.134]***
LNL_04	0.134	0.130	0.131	0.131	0.131	0.131	0.129	0.150
	[0.029]***	[0.028]***	[0.028]***	[0.029]***	[0.029]***	[0.028]***	[0.028]***	[0.030]***
GROUPE	0.087	0.097	0.090	0.090	0.090	0.090	0.086	0.059
	[0.070]	[0.070]	[0.070]	[0.070]	[0.070]	[0.070]	[0.070]	[0.075]
EQUIP	0.477	0.439	0.465	0.465	0.465	0.466	0.467	1.740
	[0.074]***	[0.074]***	[0.074]***	[0.074]***	[0.074]***	[0.074]***	[0.074]***	[0.213]***
FORMATION	0.309	0.292	0.299	0.299	0.300	0.299	0.298	1.149
	[0.072]***	[0.071]***	[0.071]***	[0.071]***	[0.071]***	[0.071]***	[0.071]***	[0.277]***
PATREG	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.0004
	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]	[0.0004]
FORMEQUIP								-0.408
								[0.165]**
EQUIPRD								-1.460
								[0.241]***
FORMRD								-0.727
								[0.240]***
CONSTANTE	-3.930	-4.014	-3.997	-3.995	-3.975	-3.979	-8.189	-9.223
	[0.433]***	[0.430]***	[0.433]***	[0.433]***	[0.432]***	[0.432]***	[2.536]***	[2.493]***
Variable dépendante : **EXPDUM** *(14 variables sectorielles incluses)*								
LNTFP_06	0.940	0.781	0.557	0.557	0.305	0.320	0.276	0.277
	[0.167]***	[0.163]***	[0.220]**	[0.219]**	[0.265]	[0.264]	[0.261]	[0.262]
FOREIGN	-0.226	-0.240	-0.263	-0.262	-0.255	-0.260	-0.260	-0.258
	[0.056]***	[0.056]***	[0.076]***	[0.076]***	[0.077]***	[0.077]***	[0.077]***	[0.077]***
LNK_06	0.300	0.244	0.146	0.145	0.126	0.128	0.131	0.131
	[0.019]***	[0.021]***	[0.025]***	[0.024]***	[0.027]***	[0.027]***	[0.027]***	[0.027]***
AGEDUM	0.046	0.026	0.050	0.050	0.041	0.055	0.051	0.039
	[0.137]	[0.137]	[0.199]	[0.199]	[0.199]	[0.195]	[0.198]	[0.201]
INNOPRODUIT		0.660	0.344	0.325	0.318	0.459	0.442	0.453
		[0.080]***	[0.109]***	[0.133]**	[0.134]**	[0.159]***	[0.158]***	[0.157]***
EXPDUM_05			2.668	2.669	2.662	2.649	2.646	2.643
			[0.082]***	[0.082]***	[0.083]***	[0.083]***	[0.083]***	[0.083]***
SUBVTOT				0.097	0.101	0.103	0.134	0.146
				[0.061]	[0.061]*	[0.061]*	[0.071]*	[0.089]*
LNW_06					0.353	0.326	4.697	4.680
					[0.186]*	[0.187]*	[1.283]***	[1.279]***
LNW2_06							-0.655	-0.652
							[0.183]***	[0.183]***
INNOPROCEDE						-0.180	-0.176	-0.204
						[0.105]*	[0.105]*	[0.111]*
CONSTANTE	-1.282	-1.106	-2.115	-2.113	-3.047	-2.967	-10.218	-10.188
	[0.182]***	[0.182]***	[0.252]***	[0.251]***	[0.549]***	[0.548]***	[2.219]***	[2.212]***
Observations	3714	3714	3714	3714	3714	3714	3714	3714
ρ	0.096	-0.269	-0.200	-0.189	-0.188	-0.256	-0.263	-0.291
	[0.052]*	[0.067]***	[0.099]**	[0.110]*	[0.111]*	[0.121]**	[0.120]**	[0.123]**
LL	-2599.9928	-2568.3985	-1852.8952	-1852.869	-1850.8229	-1849.5868	-1844.7711	-1759.2164
pred. correctes	67,29%	68,87%	80,32%	80,32%	80,29%	80,29%	80,40%	80,40%
AIC	5283.986	5222.797	3793.79	3795.738	3794.004	3793.174	3787.542	3629.195
BIC	5545.22	5490.251	4067.464	4075.632	4080.118	4085.507	4092.316	3952.628

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1%, ** 5% et * 10%.*

Le choix d'utiliser deux vagues de l'enquête CIS de manière indifférenciée nous permet d'obtenir des résultats ayant une forte validité externe. En effet, l'échantillon considéré (8136 firmes) est très important. Néanmoins, il est possible de suspecter que cette méthode puisse diminuer la validité interne des résultats. Afin de tester la robustesse des modèles présentés précédemment, nous avons répliqué les estimations sur chaque vague de l'enquête CIS (2002-2004 et 2004-2006), de manière séparée. Tout d'abord, nous constatons de nouveau que les modèles économétriques sont de bonne qualité. Les pourcentages de prédictions correctes sont très supérieurs à la supposition naïve. Dans les deux cas, nous remarquons de nouveau que la qualité de l'estimation augmente sensiblement : lorsque la variable mesurant l'export passé est intégrée au modèle, puis lorsque la multicolinéarité est corrigée.

Les résultats montrent que les effets identifiés pour l'échantillon global sont également observés pour les deux sous-échantillons.

Pour les deux sous échantillons, au regard du modèle le plus complet (**modèle 7** pour la période 2002-2004 et **modèle 8** pour la période 2004-2006), nous observons :

- Un impact des aides à l'innovation sur la relation causale entre innovation de produit et exportation
- Un effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation des firmes.

Notons simplement que les effets mis en évidence sont moins robustes que pour l'échantillon total. En effet, entre 2002 et 2004, l'effet de l'innovation de produit sur l'exportation n'est pas significatif pour les **modèles 4 et 5**. Entre 2004 et 2006, l'effet direct des aides à l'innovation sur l'exportation n'est pas observé dans **le modèle 4**. Il est ensuite significatif au risque de 10 %.

Bien que les résultats obtenus soient moins robustes sur ces deux sous échantillons, ils soutiennent les propositions 1 et 2. Ils confortent ainsi la validité interne de nos estimations.

Annexe 10 : Matrices de corrélations pour les sous-échantillons DIRECT_0 et DIRECT_1

Equation d'innovation, sous échantillon DIRECT_0

	RD_GLOBAL	SUBVTOT	GROUPE	LNTFP_02_04	LNL_02_04	LNW_02_04	EQUIP	FORMATION	PATREG
RD_GLOBAL	1.0000								
SUBVTOT	0.4585	1.0000							
GROUPE	0.2468	0.1613	1.0000						
LNTFP_02_04	0.1060	0.1143	0.0603	1.0000					
LNL_02_04	0.3433	0.3049	0.4361	0.0080	1.0000				
LNW_02_04	0.1570	0.1684	0.2492	0.4266	0.2310	1.0000			
EQUIP	0.6110	0.3631	0.1855	0.0916	0.2950	0.1214	1.0000		
FORMATION	0.6019	0.3499	0.1963	0.0983	0.3060	0.1541	0.6381	1.0000	
PATREG	0.0859	0.0770	0.1067	0.1799	0.1099	0.3391	0.0800	0.0979	1.0000

Equation d'exportation, sous échantillon DIRECT_0

	FOREIGN	AGEDUM	LNTFP_04_06	LNK_04_06	INNOPRODUIT	EXPDUM_03_05	SUBVTOT	LNW_04_06	INNOPROCEDE
FOREIGN	1.0000								
AGEDUM	-0.0248	1.0000							
LNTFP_04_06	0.0444	-0.0029	1.0000						
LNK_04_06	0.2546	-0.0829	-0.1064	1.0000					
INNOPRODUIT	0.1127	-0.0260	0.0735	0.0354	1.0000				
EXPDUM_03_05	0.1250	-0.0081	0.1569	0.3189	-0.0062	1.0000			
SUBVTOT	0.0852	-0.0395	0.0868	0.2655	0.0121	0.1994	1.0000		
LNW_04_06	0.0691	-0.0068	0.1327	0.2790	0.1025	0.4348	0.1577	1.0000	
INNOPROCEDE	0.1522	-0.0195	0.4262	0.3220	0.1097	0.1819	0.1693	0.1761	1.0000

Equation d'innovation, sous échantillon DIRECT_1

	RD_GLOBAL	SUBVTOT	GROUPE	LNTFP_02_04	LNL_02_04	LNW_02_04	EQUIP	FORMATION	PATREG
RD_GLOBAL	1.0000								
SUBVTOT	0.2307	1.0000							
GROUPE	0.1482	0.1798	1.0000						
LNTFP_02_04	0.0943	0.1467	0.1072	1.0000					
LNL_02_04	0.1753	0.3397	0.5063	0.0683	1.0000				
LNW_02_04	0.1339	0.2819	0.3493	0.3113	0.4069	1.0000			
EQUIP	-0.1034	0.1081	0.0924	0.0259	0.1459	0.0893	1.0000		
FORMATION	0.0431	0.1441	0.0951	0.0728	0.1901	0.1189	0.3543	1.0000	
PATREG	0.1088	0.1759	0.2491	0.1644	0.3491	0.4372	0.0881	0.1316	1.0000

Equation d'exportation, sous échantillon DIRECT_1

	FOREIGN	AGEDUM	LNTFP_04_06	LNK_04_06	INNOPRODUIT	EXPDUM_03_05	SUBVTOT	LNW_04_06	INNOPROCEDE
FOREIGN	1.0000								
AGEDUM	-0.0024	1.0000							
LNTFP_04_06	0.0558	-0.0845	1.0000						
LNK_04_06	0.2852	-0.0198	-0.0647	1.0000					
INNOPRODUIT	0.1907	-0.0431	0.0692	0.0596	1.0000				
EXPDUM_03_05	0.0994	0.0490	0.0855	0.2208	-0.0511	1.0000			
SUBVTOT	0.0812	-0.0387	0.0570	0.2049	0.0004	0.2221	1.0000		
LNW_04_06	0.0891	0.0044	0.1317	0.2912	0.0430	0.2730	0.1685	1.0000	
INNOPROCEDE	0.1970	0.0201	0.2653	0.4593	0.0784	0.2193	0.1672	0.2760	1.0000

Annexe 11 : Méthodologie de l'appariement sur le score de propension

Rubin, (1974) considère des firmes *i*, incluses dans un échantillon de taille N.
T est la variable qui conditionne l'accès au traitement. Celle-ci est définie de la manière suivante :

$$\begin{cases} T = 1 & si\ traitement \\ T = 0 & dans\ le\ cas\ contraire \end{cases} \quad (1)$$

Y, la variable de résultat, peut être divisée en deux variables latentes.

$$\begin{cases} Y_1 & si\ \ T = 1 \\ Y_0 & si\ \ T = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Ces deux situations ne peuvent pas être observées au même moment pour la même firme. Ainsi :

$$Y = TY_1 + (1 - T)Y_0 \quad (3)$$

Pour chaque firme, l'effet causal de l'aide à l'innovation peut être déterminé en calculant la différence entre le résultat que la firme atteindrait si elle obtient traitement et celui qu'elle atteindrait si elle n'en bénéficie pas (*situation contrefactuelle*) : $\Delta = Y_1 - Y_0$
Dans la mesure où l'observation directe de Δ est impossible, l'effet moyen du traitement (*average treatment effect ; ATE*) sur les firmes est appréhendé par l'équation suivante :

$$\Delta^{ATE} = E(Y_1 - Y_0) \quad (4)$$

Ainsi, l'effet moyen des aides à l'innovation sur les firmes traitées (*Average treatment on the treated ; ATT*) est :

$$\Delta^{TT} = E(Y_1 - Y_0 | T = 1) \tag{5}$$

En considérant que la variable mesurant l'accès au traitement (obtention de l'aide) est indépendante de la variable de résultat $((Y_0, Y_1) \perp\!\!\!\perp T)$, il est possible d'obtenir :

$$\begin{aligned}\Delta^{TT} &= E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=1) = E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=0) = \\ &E(Y|T=1) - E(Y|T=0)\end{aligned} \tag{6}$$

Cela signifie qu'il suffirait d'estimer la différence moyenne entre les individus traités et non traités afin d'obtenir l'efficacité réelle des politiques publiques.
Dans le cas où la propriété d'indépendance des variables de résultat par rapport à la variable d'accès au traitement ne serait pas respectée, il en résulterait un biais d'estimation tel que :

$$\begin{aligned}&E(Y|T=1) - E(Y|T=0) = E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=0) = \\ &E(Y_1|T=1) - E(Y_0|T=1) + E(Y_0|T=1) - E(Y_0|T=0) = \Delta^{TT} + B^{TT}\end{aligned} \tag{7}$$

Avec B^{TT} le biais de sélection. Ainsi : $B^{TT} = E(Y_0|T=1) - E(Y_0|T=0)$

Rubin (1974) propose alors d'estimer le modèle, en considérant chaque firme traitée comme ayant un vecteur de caractéristiques x et en observant la variable de résultat Y_1 :

$$g(x) = E(Y \mid X = x;\ T = 0) \tag{8}$$

Cela conduit à considérer l'estimateur suivant :

$$\widehat{\Delta^{TT}} = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in I_1} \{y_i - \hat{g}(x_i)\} \tag{9}$$

Où N_1 est le nombre d'individus observés, et I_1 le sous échantillon d'individus traités. L'estimation ainsi effectuée consiste à calculer la moyenne des écarts entre le résultat obtenu par les individus traités et leur contrefactuel. Sur la base de ce modèle, Rubin, (1977), développe la méthode d'estimation par appariement. Chaque individu i (traité) est appareillé avec un individu i' (non traité) ayant un vecteur de caractéristiques identique $X_{i'} = X_i$

Dans cette situation, il est possible d'estimer $Y_{i'}$, qui représente l'espérance du résultat potentiel, conditionnellement aux caractéristiques de l'individu *i*.

$$Y_{i'} = \hat{E}(Y_{0i} \mid T_i = 0, x_i) = \hat{E}(Y_{0i} \mid T_i = 1, x_i) \tag{10}$$

Ainsi l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées (ATT) peut être estimé de la manière suivante :

$$\widehat{\Delta^{TT}} = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in I_1} y_i - y_{i'} \tag{11}$$

Il est très important de noter qu'afin d'être efficace et sans biais, cette méthode doit respecter l'hypothèse d'indépendance conditionnelle (*conditional indépendance assumption, CIA*). Cette hypothèse implique de considérer que, connaissant le vecteur de variables observables X, le résultat pour les firmes non subventionnées doit être indépendant de l'attribution des aides.

$$Y_0 \perp\!\!\!\perp T \mid X \tag{12}$$

De ce fait, le vecteur de variable X ne doit pas être influencé par l'obtention d'une aide, ou par l'anticipation de l'intervention publique.

Le caractère plausible de cette hypothèse repose sur le fait que la probabilité que les firmes puissent obtenir un traitement soit basée uniquement sur des caractéristiques parfaitement observables par le chercheur.

Cette hypothèse permet également de garantir l'absence d'hétérogénéité inobservée, dans la mesure où toutes les variables pertinentes sont incluses dans le modèle estimé.

Rubin (1974) présente donc un modèle canonique permettant de réaliser une évaluation à partir de données non-expérimentales. Cette méthode permet de déterminer l'effet réel des politiques publiques en prenant en compte le biais de sélection induit par l'attribution non aléatoire des aides à la R&D.

La méthode présentée ci-dessus est néanmoins limitée dans le cas où l'attribution du traitement dépendrait de plusieurs variables. Il serait ainsi nécessaire d'observer

simultanément deux firmes ayant des caractéristiques identiques. Rosenbaum et Rubin, (1983) introduisent la notion de « score de propension ». Celui-ci peut être défini comme une valeur unique *P(x)* qui mesure la probabilité de bénéficier d'une aide publique, agrégeant ainsi les caractéristiques hétérogènes des firmes. Ce score de propension est obtenu à l'aide d'un modèle de type probit. Les auteurs mettent en évidence que, si la décision d'attribution d'une aide publique et la variable de résultat sont conditionnellement indépendantes, cela est également le cas pour le score de propension :

$$Y_0 \perp\!\!\!\perp T \mid X \implies Y_0 \perp\!\!\!\perp T \mid P(X) \tag{13}$$

Il doit ainsi en résulter un support commun, tel que la probabilité d'être traitées pour les firmes ayant les mêmes caractéristiques X soit identique :

$$0 < P(T = 1|X) < 1 \tag{14}$$

Par la suite, plusieurs méthodes ont été développées afin d'améliorer la précision des résultats. L'estimateur à noyau (*Kernel*) développé par Heckman, Ichimura et Todd (1998) compare une firme traitée avec l'ensemble des firmes non traitées, pondérées en fonction de leur distance en termes de score de propension. Cette estimation permet une faible variance dans les résultats, du fait de la grande quantité d'informations qu'elle utilise pour les obtenir (Caliendo et Kopeinig, 2008). Les auteurs expliquent ainsi que cette méthode est la plus adaptée à l'étude d'échantillons de différentes tailles, ainsi que dans le cas où il y ait un déséquilibre entre le nombre de firmes traitées et non traitées. Ainsi, cette méthode s'avère très adaptée à l'analyse empirique menée dans cette thèse.

Annexe 12 : Coefficients de corrélation bi-variés, estimation par appariement

Echantillon total

	LNL_03	EXPOR_DUM_03	LNTFP03	AGEDUM_03	FOREIGN	RDCONT	LNKEMP_03
LNL_03	1.0000						
EXPOR_DUM_03	0.2635	1.0000					
LNTFP_03	0.0359	0.0566	1.0000				
AGEDUM_03	-0.0958	-0.0144	-0.0305	1.0000			
FOREIGN	0.1437	-0.0573	0.0167	-0.0014	1.0000		
RDCONT	0.3726	0.2328	0.1586	-0.0091	0.0665	1.0000	
LNKEMP_03	0.5683	0.2553	-0.1692	-0.1259	0.0407	0.2610	1.0000

Sous échantillon DIRECT_0_06

	LNL_03	EXPOR_DUM_03	LNTFP03	AGEDUM_03	FOREIGN	RDCONT	LNKEMP_03
LNL_03	1.0000						
EXPOR_DUM_03	0.2210	1.0000					
LNTFP_03	0.0086	0.0604	1.0000				
AGEDUM_03	-0.1168	-0.0295	-0.0394	1.0000			
FOREIGN	0.1171	-0.0675	0.0023	-0.0026	1.0000		
RDCONT	0.3511	0.2189	0.1601	-0.0244	0.0493	1.0000	
LNKEMP_03	0.5531	0.2236	-0.1716	-0.1496	0.0248	0.2399	1.0000

Sous échantillon DIRECT_1_06

	LNL_03	EXPOR_DUM_03	LNTFP03	AGEDUM_03	FOREIGN	RDCONT	LNKEMP_03
LNL_03	1.0000						
EXPOR_DUM_03	0.3483	1.0000					
LNTFP_03	0.0965	0.0191	1.0000				
AGEDUM_03	-0.0325	0.0435	0.0058	1.0000			
FOREIGN	0.2395	-0.0328	0.0743	0.0028	1.0000		
RDCONT	0.2991	0.1823	0.1147	0.0461	0.1186	1.0000	
LNKEMP_03	0.5825	0.3474	-0.1993	-0.0172	0.1033	0.2283	1.0000

Annexe 13 : Résultats de l'appariement, commande PSMATCH 2

SUBVTOT			
	ATT	e.t.	t
ECHANTILLON TOTAL			
INTEXP_06	3.314	1.144	2.90***
INTEXP_07	3.378	1.163	2.90 ***
EXPDUM_06	.0308	.0104	2.95***
FISCAL			
DIRECT_0_06			
INTEXP_06	5.464	1.373	3.98***
INTEXP_07	5.252	1.442	3.64 ***
EXPDUM_06	.0421	.0121	3.48***
DIRECT_1_06			
INTEXP_06	3.429	2.964	1.16
INTEXP_07	4.938	2.834	1.74*
EXPDUM_06	.0244	.0256	0.95

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Annexe 14 : Tests de balance des échantillon, obtenus à l'aide de la commande PSMATCH2.

Lecture : Ce test indique que, après l'appariement, les différences moyennes entre les échantillons traités et non traitées ne sont plus significative. Il conforte ainsi la qualité de l'appariement effectué.

Echantillon total

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.5825	5.5661	1.3	0.775
EXPDUM_01	.34267	.35533	-2.8	0.568
GROUPDOM	.08848	.07976	4.3	0.348
FOREIGN	.10884	.10753	0.4	0.928
LNTFP_01	.77047	.77542	-1.2	0.800
LNKEMP_01	.40733	.41639	-1.8	0.692
AGE_01	.8125	.79949	2.9	0.479
RDCONT_02_04	.70867	.70544	3.2	0.464
_SECT1	.18966	.18441	1.3	0.772
_SECT2	.08513	.09307	-2.9	0.549
_SECT3	.26832	.25829	2.4	0.624
_SECT4	.4569	.46423	-1.5	0.751

Echantillon DIRECT_0_06

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.6038	5.6062	-0.2	0.973
EXPDUM_01	.34906	.35756	-1.9	0.772
GROUPDOM	.09827	.09856	-0.1	0.981
FOREIGN	.09623	.09767	-0.5	0.937
LNTFP_01	.79057	.80925	-4.4	0.447
LNKEMP_01	.39057	.39334	-0.6	0.926
AGE_01	.83019	.81983	2.4	0.658
RDCONT_02_04	1.6828	1.6759	3.0	0.593
_SECT1	3.0302	3.0332	-0.3	0.965
_SECT2	.08868	.09823	-3.5	0.594
_SECT3	.28868	.29068	-0.5	0.943
_SECT4	.45472	.45119	0.7	0.908

Echantillon DIRECT_1_06

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.9987	5.937	4.5	0.601
EXPDUM_01	.41772	.4699	-11.3	0.254
GROUPDOM	.09846	.11256	-6.1	0.600
FOREIGN	.13502	.14876	-4.2	0.669
LNTFP_01	.80591	.78089	5.7	0.502
LNKEMP_01	.48945	.49128	-0.4	0.968
AGE_01	.89451	.88821	1.6	0.826
RDCONT_02_04	1.6753	1.6643	4.2	0.591
_SECT1	2.9873	2.9065	6.7	0.443
_SECT2	.08017	.09519	-5.5	0.564
_SECT3	.2827	.28093	0.4	0.966
_SECT4	.44726	.41647	6.2	0.500

Annexe 15 : Test de validité de l'hypothèse de d'indépendance conditionnelle (CIA)

Afin d'éviter les risques d'endogénéité et de multicolinéarité entre les déterminants de l'obtention des aides publiques, certaines variables n'ont pas été incluses dans le modèle empirique. Il est ainsi possible de douter de la validité de l'hypothèse d'indépendance conditionnelle (conditional independance assumption, CIA). En effet, si les firmes subventionnées (échantillon traité) et non aidées (échantillon de contrôle) diffèrent du fait de caractéristiques inobservées dans le modèle, les résultats seraient biaisés (présence d'hétérogénéité inobservée).

L'analyse à laquelle nous avons ici recours permet d'étudier la sensibilité des résultats à une violation de cette hypothèse (Caliendo et Kopeinig, 2008). Il n'est pas possible, d'un point de vue statistique, de tester cette hypothèse directement. Ichino, Mealli et Nannicini, (2008) proposent alors une méthode par simulation.

Celle-ci consiste à inclure, dans chaque estimation, un facteur potentiel U en plus des variables indépendantes utilisées dans le matching. U désigne un paramètre qui serait inobservé, telle que des compétences inobservables ou d'autres financements externes, qui n'auraient pas été pris en compte dans le modèle initial. La condition d'indépendance, si elle est robuste, devrait se maintenir, compte tenu du vecteur de variables X observé, ainsi que du facteur U :

$$Y_0 \perp\!\!\!\perp T \mid (X, U) \tag{1}$$

U est considéré comme étant une variable binaire ($U \in \{0, 1\}$. Nous testons différentes hypothèses concernant la distribution de U. Cette distribution, nommée s_{ij} est définie par 4 paramètres :

$$p_{ij} \equiv \quad p_{ij} \equiv \Pr(U = 1 \mid T = i, Y = j) = \Pr(U = 1 \mid T = i, Y = j, X) \tag{2}$$

i, j ∈ {0, 1}, donne la probabilité que U = 1 dans chacun des 4 groupes définis par le statut de traitement et la valeur du résultat. Ici, *i* indique si la firme a bénéficié ou non d'un soutien public, et *j* si la variable de résultat observée (R&D ou exportation) est égale à 1. Chaque

paramètre indique ainsi la probabilité que *U=1* dans chacun des 4 groupes. Les 4 paramètres permettant de caractériser le facteur U sont alors : *pr(i=1, j=1), pr(i=1, j=0), pr (i=0, j=1)* et *pr(i=0, j=0).* Jusqu'ici, la variable de résultat devait être binaire. Afin d'étendre cette analyse au cas d'une variable de résultat *Y* continue, la probabilité p_{ij} sera calculée de la manière suivante :

$$p_{ij} \equiv \quad p_{ij} \equiv \Pr(U = 1 \mid T = i, I(Y > y*) = j) \tag{3}$$

Où I est la fonction indicatrice et y^* est une valeur typique de la distribution de Y. Ici, nous considérons que y^* est égal à 50 % de la distribution de la variable de résultat. Ainsi, *j=0* si la valeur de la variable de résultat observée est inférieure à la médiane, et *j=1* dans le cas contraire. Pour la première simulation, les caractéristiques du facteur U sont calibrées afin que celui-ci ait un impact neutre sur le modèle, tel que *s11 = s10 = s01 = s00 = 0.5.* Ensuite, les facteurs sont calibrés afin qu'ils répliquent les caractéristiques des variables binaires observables, significatives au sein du modèle probit. Une fois que la distribution de U a été définie, son effet peut être simulé. Γ, qui désigne l'effet de résultat (outcome effect), mesure l'impact du paramètre U sur le résultat des firmes non subventionnées. Γ est défini de la manière suivante :

$$p_{ij} \equiv \Gamma\Gamma \equiv \frac{\dfrac{\Pr(Y = 1 \mid T = 0,\ U = 1, X)}{\Pr(Y = 0 \mid T = 0,\ U = 1, X)}}{\dfrac{\Pr(Y = 1 \mid T = 0,\ U = 0, X)}{\Pr(Y = 0 \mid T = 0,\ U = 0, X)}} \tag{4}$$

De même, Λ, qui désigne l'effet de sélection, mesure l'impact de U sur la probabilité d'obtenir un soutien public. Λ est défini par la relation suivante :

$$p_{ij} \equiv \Gamma\Lambda \equiv \frac{\dfrac{\Pr(Y = 1 \mid U = 1, X)}{\Pr(Y = 0 \mid\ U = 1, X)}}{\dfrac{\Pr(Y = 1 \mid\ U = 0, X)}{\Pr(Y = 0 \mid\ U = 0, X)}} \tag{5}$$

Nannicini (2006) explique qu'un facteur qui pourrait remettre en cause l'hypothèse d'indépendance conditionnelle se définit à la fois par $\Gamma > 1$ et $\Lambda > 1$. De même, La valeur du traitement moyen sur les firmes traitées (« *average treatment on the treated* », ATT) doit

être distante de la valeur de référence cible. La comparaison entre l'ATT avec et sans l'intégration du facteur U devrait être négligeable ($\frac{\Delta ATT}{ATT^{ref}} < 5\%$), tel que détaillé Ichino, Mealli et Nannicini, (2008).

Nous présentons les résultats des analyses par simulation dans les tables ci-dessous pour l'échantillon total et les sous échantillons **DIRECT_0_06** et **DIRECT_1_06**. Les effets simulés sont par ailleurs présentés

Dans l'ensemble, les valeurs de l'ATT simulées diffèrent peu de l'estimation de référence (sans facteur U). Les effets de résultats et de sélection sont également, pour la plupart, inférieurs ou proches de 1. Ainsi, ces simulations semblent soutenir la robustesse des estimations par appariement. Les caractéristiques inobservables peuvent affecter, dans une certaine mesure, Γ et Λ, mais n'affectent pas significativement la valeur de l'ATT. Deux variables explicatives doivent néanmoins être étudiées avec plus de précision : *EXPDUM_03* et *RDCONT*. La première variable est ici utilisée en tant qu'approximation de l'export passée de la firme. La seconde sert a approximer l'effort de recherche et développement de la firme au cours de la période. Cela implique, dans les deux cas, que le facteur simulé possède des caractéristiques proches de variables retardées. Nannicini (2007), explique que, dans le cas où $\Gamma > 1$, $\Lambda > 1$ et $\frac{\Delta ATT}{ATT^{ref}} > 5\%$, le facteur U pourra être considéré comme dangereux si ce dernier est crédible. Cela signifie qu'il doit être possible de trouver dans la nature une variable ayant les mêmes caractéristiques que la variable simulée.

Les différentes variables identifiées comme « dangereuses » au sein de l'estimation ont toutes les caractéristiques suivantes :

- La probabilité d'avoir bénéficié d'un traitement et d'avoir une variable de résultat supérieure à la médiane est très forte (systématiquement supérieure à 70 %)
- La probabilité de ne pas avoir bénéficié du traitement et d'avoir une variable de résultat est très faible (systématiquement inférieure à 14 %).

Ainsi, seule une variable constituant à la fois un très fort impact sur la probabilité de bénéficier d'une aide et d'exporter ou d'investir en R&D pourrait remettre en question les résultats obtenus. Compte tenu des variables déjà incluses dans le modèle, une telle variable semble peu vraisemblable. Nous concluons que ce test par simulation conforte la robustesse des résultats obtenus.

Echantillon total

échantillon total	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : EXPINT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			4,94	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.003	1.016	4.941	0.047
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.76**	**0.08**	**0.47**	**0.09**	**9.395**	**1.470**	**4,224**	**0.210**
GROUPDOM	0.84	0.62	0.70	0.54	2.037	1.841	4.709	0.323
FOREIGN	0.40	0.41	0.29	0.38	0.683	1.321	5.008	0.181
RDCONT	**0.82**	**0.69**	**0.30**	**0.13**	**2.755**	**12.386**	**1.755**	**1.365**
_SECT2	0.09	0.08	0.07	0.07	1.326	1.335	4.881	0.123
_SECT3	0.28	0.22	0.22	0.18	1.326	1.335	4.881	0.123
outcome : EXPINT07								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			5,123	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.005	0.998	5.122	0.050
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.83**	**0.06**	**0.42**	**0.04**	**16.550**	**1.746**	**3.770**	**0.316**
GROUPDOM	0.79	0.62	0.64	0.54	1.542	1.730	4.917	0.287
FOREIGN	0.32	0.42	0.26	0.38	0.593	1.208	4.958	0.127
RDCONT	**0.81**	**0.70**	**0.28**	**0.11**	**2.559**	**13.054**	**1.428**	**1.846**
_SECT2	0.08	0.09	0.08	0.07	1.182	1.259	4.979	0.100
_SECT3	0.28	0.21	0.21	0.18	1.188	1.358	4.895	0.155
outcome : EXPDUM								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			0,037	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.009	1.016	0.037	0.000
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.86**	**0.04**	**0.19**	**0.06**	**2.018**	**2.422**	**0.032**	**0.003**
GROUPDOM	0.76	0.52	0.63	0.49	1.504	1.901	0.035	0.002
FOREIGN	0.34	0.42	0.42	0.41	0.576	1.297	0.036	0.001
RDCONT	**0.78**	**0.52**	**0.21**	**0.07**	**3.965**	**13.553**	**-0.006**	**0.008**
_SECT2	0.09	0.07	0.08	0.04	2.739	1.187	0.035	0.001
_SECT3	0.26	0.19	0.19	0.20	0.934	1.414	0.037	0.001

échantillon total	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : *RDINT*								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			1,305	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.039	0.997	1.305	0.011
Cofunder like								
EXP_DUM_03	0.40	0.32	0.25	0.19	1.871	2.039	1,245	0.088
GROUPDOM	0.76	0.74	0.71	0.67	1.972	1.986	1,246	0.055
FOREIGN	0.42	0.39	0.39	0.35	1.229	1.209	1,289	0.020
RDCONT	**0.93**	**0.62**	**0.86**	**0.12**	**48.356**	**87.80**	**-0.201**	**0.196**
_SECT2	0.08	0.09	0.07	0.07	1.035	1.214	1,302	0.015
_SECT3	0.34	0.19	0.22	0.19	1.247	1.282	1,288	0.021
outcome : RDTOT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			1,815	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.002	0.989	1.812	0.010
Cofunder like								
EXPORCADUM	0.39	0.33	0.28	0.19	1.648	2.028	1,792	0.105
GROUPDOM	0.74	0.75	0.67	0.57	1.563	2.096	1,728	0.086
FOREIGN	0.42	0.39	0.36	0.35	1.064	1.229	1,801	0.026
RDCONT	**0.86**	**0.69**	**0.58**	**0.14**	**9.444**	**11.423**	**-0.094**	**0.363**
_SECT2	0.08	0.08	0.07	0.07	0.990	1.306	1.801	0.027
_SECT3	0.31	0.21	0.20	0.19	1.061	1.396	1.797	0.037

Echantillon DIRECT_0_06

échantillon DIRECT_0_06	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : EXPINT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			6,355	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.011	1.016	6.379	0.066
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.72**	**0.09**	**0.46**	**0.09**	**8.969**	**1.614**	**5.434**	**0.307**
GROUPE	0.86	0.66	0.69	0.54	1.956	2.387	6.075	0.379
FOREIGN	0.39	0.40	0.29	0.38	0.665	1.258	6.420	0.102
RDCONT	**0.82**	**0.82**	**0.30**	**0.13**	**2.827**	**17.815**	**1.433**	**1.713**
_SECT2	0.09	0.10	0.08	0.07	1.147	1.377	6.341	0.102
_SECT3	0.28	0.25	0.22	0.18	1.318	1.569	6.174	0.177
outcome : EXPINT07								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			6,366	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.005	1.016	6.400	0.076
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.72**	**0.10**	**0.42**	**0.09**	**7.872**	**1.700**	**5.284**	**0.369**
GROUPDOM	0.85	0.68	0.67	0.54	1.832	2.493	6.182	0.365
FOREIGN	0.38	0.42	0.30	0.38	0.692	1.282	6.388	0.151
RDCONT	**0.83**	**0.81**	**0.28**	**0.13**	**2.477**	**18.313**	**1.988**	**1.629**
_SECT2	0.09	0.11	0.08	0.07	1.196	1.361	6.359	0.148
_SECT3	0.29	0.22	0.22	0.18	1.299	1.548	6.176	0.251
outcome : EXPDUM								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			0,046	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.010	1.007	0.045	0.001
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.79**	**0.04**	**0.22**	**0.06**	**2.032**	**2.199**	**0.039**	**0.002**
GROUPDOM	0.80	0.70	0.61	0.48	1.695	2.586	0.044	0.004
FOREIGN	0.38	0.57	0.34	0.40	0.755	1.217	0.046	0.001
RDCONT	**0.82**	**0.78**	**0.21**	**0.07**	**3.607**	**19.951**	**0.006**	**0.009**
_SECT2	0.09	0.13	0.08	0.04	2.516	1.281	0.044	0.001
_SECT3	0.27	0.30	0.19	0.20	0.927	1.645	0.045	0.002

échantillon DIRECT_0_06	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : *RDINT*								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			1,079	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	0.969	1.014	1.077	0.013
Cofunder like								
EXP_DUM_03	0.36	0.36	0.27	0.19	1.602	1.285	1.029	0.095
GROUPE	0.78	0.81	0.71	0.57	2.007	1.567	1.027	0.088
FOREIGN	0.39	0.39	0.39	0.35	1.207	1.165	1.072	0.018
RDCONT	**0.92**	**0.69**	**0.85**	**0.11**	**54.648**	**10.839**	**-0.272**	**0.184**
_SECT2	0.07	0.12	0.08	0.07	1.330	1.454	1.072	0.021
_SECT3	0.34	0.18	0.23	0.19	1.322	1.479	1.057	0.037
outcome : RDTOT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			1,289	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	0.990	1.020	1.287	0.013
Cofunder like								
EXPORCADUM	0.37	0.38	0.27	0.19	1.624	2.289	1.235	0.092
GROUPE	0.79	0.80	0.65	0.57	1.381	2.686	1.233	0.108
FOREIGN	0.40	0.38	0.35	0.35	1.020	1.159	1.285	0.018
RDCONT	**0.90**	**0.74**	**0.58**	**0.13**	**9.516**	**14.313**	**-0.303**	**0.359**
_SECT2	0.08	0.11	0.07	0.07	1.033	1.415	1.282	0.022
_SECT3	0.33	0.21	0.20	0.19	1.102	1.563	1.271	0.050

Echantillon DIRECT_1_06

échantillon DIRECT_1_06	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : EXPINT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			4,751	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.265	1.005	4.738	0.227
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.70**	**0.08**	**0.65**	**0.07**	**46.563**	**1.480**	**3.933**	**0.643**
GROUPDOM	0.87	0.69	0.73	0.55	2.542	2.268	4.737	0.766
FOREIGN	0.49	0.46	0.29	0.37	0.673	1.823	4.555	0.958
AGEDUM_03	0.08	0.02	0.08	0.03	2.067	1.001	4.667	0.338
RDCONT	0.91	0.82	0.62	0.48	2.127	5.989	4.745	1.669
_SECT2	0.08	0.09	0.06	0.07	0.963	1.377	4.814	0.300
_SECT3	0.30	0.26	0.24	0.17	1.725	1.564	4.863	0.599
outcome : EXPINT07								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			5,901	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.046	1.036	5.902	0.296
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.71**	**0.08**	**0.59**	**0.07**	**31.345**	**1.777**	**4.713**	**0.931**
GROUPDOM	0.88	0.68	0.74	0.54	2.960	2.247	5.711	0.698
FOREIGN	0.49	0.47	0.30	0.37	0.733	1.875	6.163	0.638
AGEDUM_03	0.09	0.02	0.06	0.03	1.967	0.986	2.869	0.524
RDCONT	**0.90**	**0.83**	**0.57**	**0.40**	**1.448**	**6.180**	**6.559**	**1.946**
_SECT2	0.07	0.10	0.05	0.08	0.734	1.508	6.021	0.342
_SECT3	0.27	0.29	0.25	0.17	1.797	1.672	5.728	0.668
outcome : EXPDUM								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			0,03	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.089	0.977	0.030	0.002
Cofunder like								
EXP_DUM_03	**0.75**	**0.00**	**0.26**	**0.08**	**5.914**	**2.343**	**0.019**	**0.006**
GROUPDOM	0.70	0.67	0.65	0.43	2.313	1.487	0.029	0.004
FOREIGN	0.48	0.50	0.35	0.28	1.587	1.753	0.029	0.007
AGEDUM_03	0.09	0.02	0.06	0.03	1.967	0.986	2.869	0.524
RDCONT	**0.88**	**0.58**	**0.55**	**0.31**	**3.029**	**5.846**	**0.009**	**0.014**
_SECT2	0.09	0.00	0.07	0.05	1.603	1.345	0.029	0.003
_SECT3	0.28	0.33	0.20	0.13	2.046	1.665	0.029	0.005

échantillon DIRECT_1_06	Fraction U=1				outcome	Selection	ATT	s.e
	by treatment / outcome				Effect	effect		
	p_{11}	p_{10}	p_{01}	p_{00}	Γ	Λ		
outcome : *RDINT*								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			2,607	
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.021	1.027	2.602	0.034
Cofunder like								
EXP_DUM_03	0.55	0.35	0.23	0.24	1.027	2.379	2.664	0.165
GROUPE	0.82	0.78	0.51	0.62	0.691	2.685	2.735	0.168
FOREIGN	0.51	0.46	0.33	0.35	0.923	1.832	2.636	0.096
AGEDUM_03	0.02	0.09	0.01	0.07	0.329	1.067	2.604	0.028
RDCONT	**0.98**	**0.80**	**0.91**	**0.46**	**19.225**	**5.541**	**2.003**	**0.220**
_SECT2	0.06	0.10	0.07	0.07	1.223	1.476	2.630	0.052
_SECT3	0.38	0.22	0.33	0.17	2.742	1.586	2.545	0.084
outcome : RDTOT								
No cofounder	0.00	0.00	0.00	0.00			3,204	0.000
neutral cofounder	0.50	0.50	0.50	0.50	1.007	0.991	3.208	0.047
Cofunder like								
EXPORCADUM	0.54	0.36	0.16	0.26	0.570	2.423	3.364	0.172
GROUPE	0.83	0.77	0.46	0.64	0.518	2.492	3.315	0.171
FOREIGN	0.53	0.45	0.34	0.35	0.941	1.852	3.318	0.095
AGEDUM_03	0.02	0.09	0.03	0.07	0.468	0.972	3.203	0.028
RDCONT	**0.95**	**0.83**	**0.66**	**0.39**	2.359	6.175	**2.927**	**0.369**
_SECT2	0.05	0.10	0.05	0.07	0.968	1.439	3.315	0.042
_SECT3	0.38	0.22	0.22	0.19	1.257	1.568	3.307	0.073

Annexe 16 : Biais d'estimation lié aux variables de résultat

Les échantillons utilisés pour mettre en œuvre les analyses ci-dessus incluent des firmes faisant de la recherche et développement ou non, et exportant ou non. Nous suspectons ainsi que le profil des firmes exportatrices puisse être différent de celles n'investissant pas du tout dans cette activité. Cela ne serait alors pas pris en compte de manière adéquate dans les modèles. Il en est de même pour celles investissant en R&D. Les variables de résultat *INTEXP, RDINT, RDTOT* comportent une part importante d'observations égales à 0. Cela pourrait avoir pour effet de biaiser les résultats de l'appariement vers le haut. Dans ce cas, l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées obtenu serait plus élevé que l'effet réel.

	Pourcentage de valeurs égales à 0		
	Echantillon total	**DIRECT_0_06**	**DIRECT_1_06**
RDINT	54,20 %	60,91 %	18,55 %
INTEXP	16,04 %	17,50 %	8,30 %

Le pourcentage de valeurs égales à 0 apparaît clairement disproportionné par rapport aux autres valeurs contenues dans l'échantillon. Afin de tester la robustesse des résultats présentés ci-dessus, l'effet des aides sur l'exportation est estimé de nouveau, uniquement parmi les firmes faisant effectivement de la recherche et développement (INTEXT >0). Ensuite, l'effet de l'intervention publique en faveur de l'innovation sur l'activité de R&D interne (RDINT) a été ré-estimé, en limitant l'échantillon aux seules firmes exportatrices (RDINT>0). De nouveau, les scores de propension sont de bonne qualité, au regard du test de stratification et de l'ampleur du support commun.

Nous avons tout d'abord estimé l'effet des aides à l'innovation sur l'intensité d'exportation, parmi les firmes exportatrices uniquement. De nouveau, les résultats sont identiques à ce qui a pu être observé précédemment. Le fait d'obtenir une aide à l'innovation indifférenciée, de même qu'une aide fiscale uniquement, a un impact significativement positif sur l'activité d'exportation de l'firme. Bénéficier des deux types d'intervention publique, en comparaison d'une subvention directe uniquement, n'impacte toujours pas l'activité d'exportation de la firme. Cependant, pour **DIRECT_1_06**, aucun effet des aides à l'innovation n'est observé

sur l'intensité d'exportation en 2007. Cela implique que le résultat obtenu était peut-être dû au caractère censuré de la variable d'exportation.

L'ordre de grandeur de l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées est plus faible que ceux obtenus précédemment.

SUBVTOT			
	ATT	e.t.	t
ECHANTILLON TOTAL EXPINT>0			
INTEXP_06	4.408	1.422	3.099***
INTEXP_07	4.361	1.475	2.957***
FISCAL			
DIRECT_0_06 EXPINT>0			
INTEXP_06	5.600	1.726	3.244***
INTEXP_07	5.438	1.699	3.200***
DIRECT_1_06 EXPINT>0			
INTEXP_06	3.976	3.284	1.211
INTEXP_07	5.039	3.643	1.383

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Ensuite, concernant l'effet des aides à l'innovation sur la R&D, les résultats restent identiques à ceux obtenus précédemment. Parmi les firmes ayant effectivement investi en R&D en 2006, les aides à l'innovation, indifférenciées comme fiscales, ont un effet significatif sur l'intensité de R&D par unité de chiffre d'affaires, quelque soit la variable de résultat considérée. Les coefficients de l'effet moyen du traitement sur les firmes traitées apparaissent néanmoins plus faibles que ceux observés pour l'échantillon total.

Nous concluons ainsi que la censure liée à la mesure de l'investissement en R&D peut impliquer une surestimation de la magnitude de l'impact des aides, mais ne remet pas en cause le rejet de l'hypothèse d'effet d'éviction.

SUBVTOT	ATT	e.t.	t
Échantillon total			
RDINT	1.261	0.357	3.527
RDTOT	1.287	0.469	2.746
FISCAL	ATT	e.t.	t
Échantillon DIRECT_0_06 (*DIRECT=0*)			
RDINT	0.930	0.350	2.653
RDTOT	0.956	0.465	2.056
Échantillon DIRECT_1_06 (*DIRECT=1*)			
RDINT	2.790	0.658	4.239
RDTOT	3.114	0.749	4.158

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Ainsi, après avoir neutralisé le biais potentiel lié aux caractéristiques des variables de résultats, nos conclusions sont identiques à celles présentées précédemment. Cela tend à renforcer de nouveau la robustesse des résultats obtenus dans cette étude.

Annexe 17 : Probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation, sous échantillon de firmes innovantes en produit

Var. dépendante :	*SUBVTOT*	*FISCAL*	
	ECHANTILLON TOTAL	**DIRECT_0_06**	**DIRECT_1_06**
	dy/dx	dy/dx	dy/dx
EXPDUM_03	0.096	0.104	0.078
	(0.029)***	(0.036)***	(0.059)
RDCONT	0.235	0.258	0.241
	(0.030)***	(0.032)***	(0.069)***
LNTFP_03	0.083	0.161	0.198
	(0.068)	(0.089)*	(0.160)
LNL_03	0.104	0.119	0.162
	(0.014)***	(0.017)***	(0.029)***
LNKEMP_03	0.090	0.138	0.416
	(0.072)	(0.091)	(0.159)***
GROUPDOM	-0.176	-0.150	-0.175
	(0.034)***	(0.046)***	(0.074)**
FOREIGN	0.074	0.054	0.179
	(0.030)**	(0.037)	(0.060)***
AGEDUM_03	0.021	0.005	0.100
	(0.040)	(0.051)	(0.077)
5 variables sectorielles incluses			
N =	1559	1146	413
Pseudo R2	0.0852	0.1093	0.1809
Log likelihood	-955.77168	-705.05629	-228.58242
pred. correctes	70,56 %	67,54 %	74,33 %

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Annexe 18 : Tests de balance des échantillon, obtenus à l'aide de la commande PSMATCH2, firmes innovantes en produit.

Lecture : Ce test indique que, après l'appariement, les différences moyennes entre les échantillons traités et non traitées ne sont plus significative. Il conforte ainsi la qualité de l'appariement effectué.

Echantillon total

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.5331	5.5019	2.5	0.566
EXPDUM_01	.33333	.33571	-0.5	0.909
GROUPDOM	.08464	.08279	0.9	0.834
FOREIGN	.11275	.11856	-1.8	0.682
LNTFP_01	.75588	.75686	-0.2	0.959
LNKEMP_01	.39804	.40699	-1.8	0.680
AGE_01	.85882	.85115	1.9	0.623
RDCONT_02_04	1.6889	1.6854	1.5	0.712
_SECT1	2.9725	2.9893	-1.4	0.741
_SECT2	.08333	.08949	-2.3	0.621
_SECT3	.26961	.27133	-0.4	0.930
_SECT4	.45	.45238	-0.5	0.914

Echantillon DIRECT_0_06

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.5921	5.579	1.1	0.847
EXPDUM_01	.34261	.33561	1.6	0.802
GROUPDOM	.09357	.09757	-2.1	0.733
FOREIGN	.10261	.10325	-0.2	0.972
LNTFP_01	.78957	.80527	-3.7	0.508
LNKEMP_01	.39478	.39197	0.6	0.922
AGE_01	.86435	.86595	-0.4	0.937
RDCONT_02_04	1.68	1.6767	1.4	0.789
_SECT1	3.0261	3.0415	-1.3	0.814
_SECT2	.08696	.09623	-3.5	0.586
_SECT3	.27826	.27699	0.3	0.962
_SECT4	.46087	.46375	-0.6	0.922

Echantillon DIRECT_1_06

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	5.8963	5.8362	4.3	0.600
EXPDUM_01	.38132	.40401	-4.9	0.599
GROUPDOM	.09274	.12039	-12.4	0.266
FOREIGN	.13619	.17484	-11.7	0.227
LNTFP_01	.80156	.79721	1.0	0.902
LNKEMP_01	.46693	.46545	0.3	0.973
AGE_01	.91051	.9027	2.2	0.762
RDCONT_02_04	1.6804	1.6752	2.3	0.793
_SECT1	2.9533	2.8895	5.4	0.536
_SECT2	.07393	.07742	-1.3	0.881
_SECT3	.28016	.28347	-0.8	0.934
_SECT4	.43969	.41506	5.0	0.573

Annexe 19 : Résultats de l'appariement, commande PSMATCH 2, sous échantillon de firmes innovantes en produit

SUBVTOT			
	ATT	e.t.	t
ECHANTILLON TOTAL			
INTEXP_06	3.69423	1.324651	2.79***
INTEXP_07	4.168762	1.447967	2.88 ***
EXPDUM_06	.0200893	.011856	1.69*
FISCAL			
DIRECT_0_06			
INTEXP_06	4.663539	1.47496	3.16 ***
INTEXP_07	4.695683	1.557201	3.02 ***
EXPDUM_06	.02554	.0128531	1.99**
DIRECT_1_06			
INTEXP_06	2.768019	3.044783	0.91
INTEXP_07	3.786993	3.214391	1.18
EXPDUM_06	.0174098	.0283894	0.61

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Annexe 20 : Résultats de l'appariement, commande PSMATCH 2, variables RDINT et RDTOT

Echantillon 2004-2006 (CIS5)

SUBVTOT	ATT	e.t.	t
échantillon total			
RDINT	1.272575	.2976604	4.28***
RDTOT	1.797163	.371837	4.83***
FISCAL	ATT	e.t.	t
échantillon DIRECT_0_06 (*DIRECT=0*)			
RDINT	1.075156	.342492	3.14 ***
RDTOT	1.266943	.43311	2.93***
échantillon DIRECT_1_06 (*DIRECT=1*)			
RDINT	2.456231	.6754838	3.64***
RDTOT	3.07306	.8369098	3.67 ***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Sous échantillon de firmes innovantes en produit

SUBVTOT	ATT	e.t.	t
échantillon total			
RDINT	1.512791	.3400252	4.45 ***
RDTOT	1.83167	.4571619	4.01 ***
FISCAL	ATT	e.t.	t
échantillon DIRECT_0_06 (*DIRECT=0*)			
RDINT	1.256163	.3522893	3.57***
RDTOT	1.388099	.4679266	2.97***
échantillon DIRECT_1_06 (*DIRECT=1*)			
RDINT	2.524752	.8452349	2.99***
RDTOT	3.201524	1.024058	3.13 ***

*Les astérisques indiquent la significativité des résultats aux seuils de *** 1 %, ** 5 % et * 10 %.*

Annexe 21 : Coefficients de corrélation bi-variés, estimation par appariement (échantillon appareillé)

	LNL_01	EXPDUM_01	GROUPDOM	FOREIGN	LNTFP_01	AGE_01	LNKEMP_01	RDCONT
LNL_01	1.0000							
EXPDUM_01	0.2579	1.0000						
GROUPDOM	0.4465	0.1441	1.0000					
FOREIGN	0.3065	0.1544	0.3883	1.0000				
LNTFP_01	0.0622	0.0725	0.1098	0.0398	1.0000			
AGEDUM_01	-0.0816	-0.0364	-0.0415	-0.0608	-0.0452	1.0000		
LNKEMP_01	0.5610	0.2065	0.3708	0.3292	-0.1811	-0.1176	1.0000	
RDCONT	0.3706	0.1852	0.2605	0.1618	0.1406	-0.0230	0.2686	1.0000

Annexe 22 : Test de balance des échantillons, commande PSMATCH2

Variable	Mean Treated	Control	%bias	t-test p>t V(C)
LNL_01	6.0567	5.9786	6.5	0.261
EXPDUM_01	.95575	.94926	2.2	0.608
GROUPDOM	.87434	.86666	2.0	0.701
FOREIGN	.38938	.37076	3.9	0.519
LNTFP_01	.03694	.05221	-8.3	0.174
LNKEMP_01	.72563	.72108	4.7	0.392
AGE_01	.11504	.13302	-5.7	0.360
RDCONT_02_04	.76991	.7649	1.1	0.842
_SECT1	.2177	.21507	0.6	0.915
_SECT2	.09381	.09581	-0.7	0.909
_SECT3	.25841	.28202	-5.8	0.372
_SECT4	.43009	.40701	4.7	0.432

Lecture : Ce test indique que, après l'appariement, les différences moyennes entre les échantillons traités et non traitées ne sont plus significative. Il conforte ainsi la qualité de l'appariement effectué.

Annexe 23 : Coefficients de corrélation bi-variés, modèle bi varié récursif (échantillon appareillé)

Equation d'innovation de produit, R&D interne

	Y_1_INT	Y_0_INT	GROUPE	LNTFP_04	LNL_04	LNW_04	EQUIP	FORMATION	PATREG
Y_1_INT	1.0000								
Y_0_INT	0.2889	1.0000							
GROUPE	0.1117	0.0722	1.0000						
LNTFP_04'	0.0940	0.1091	0.1157	1.0000					
LNL_04	0.3690	0.2405	0.4679	0.1166	1.0000				
LNW_04	0.1859	0.2231	0.3594	0.3750	0.3620	1.0000			
EQUIP	0.1961	0.0502	0.2116	0.1464	0.3463	0.1988	1.0000		
FORMATION	0.1961	0.0707	0.1775	0.1363	0.3217	0.1837	0.6265	1.0000	
PATREG	0.1564	0.1109	0.1686	0.1924	0.2136	0.4081	0.1580	0.1325	1.0000

Equation d'innovation de produit, R&D totale

	Y_1_TOT	Y_0_TOT	GROUPE	LNTFP_04	LNL_04	LNW_04	EQUIP	FORMATION	PATREG
Y_1_TOT	1.0000								
Y_0_TOT	-0.3455	1.0000							
GROUPE	0.0742	0.0386	1.0000						
LNTFP_04'	0.0168	0.1143	0.1157	1.0000					
LNL_04	0.2945	0.0768	0.4679	0.1166	1.0000				
LNW_04	0.1260	0.1587	0.3594	0.3750	0.3620	1.0000			
EQUIP	0.1110	-0.0071	0.2116	0.1464	0.3463	0.1988	1.0000		
FORMATION	0.1343	-0.0087	0.1775	0.1363	0.3217	0.1837	0.6265	1.0000	
PATREG	0.1019	0.0576	0.1686	0.1924	0.2136	0.4081	0.1580	0.1325	1.0000

Equation d'exportation

	FOREIGN	LNTFP_06	LNK_06	INNOPRODUIT	EXP_DUM_05	LNW_06	INNOPROCEDE
FOREIGN	1.0000						
LNTFP_06	0.0007	1.0000					
LNK_06	0.0686	-0.0959	1.0000				
INNOPRODUIT	0.0493	0.1700	0.3519	1.0000			
EXP_DUM_05	-0.0355	0.0939	0.1902	0.1929	1.0000		
LNW_06	0.0315	0.3964	0.3997	0.2229	0.1246	1.0000	
INNOPROCEDE	0.0138	0.0759	0.3550	0.4708	0.1278	0.1643	1.0000

Table des matières

REMERCIEMENTS....8
SOMMAIRE....10

INTRODUCTION GENERALE....13
Genèse de l'objet de recherche....16
APPROFONDIR L'EVALUATION DES AIDES A L'INNOVATION AU-DELA DES SEULS EFFETS SUR L'INVESTISSEMENT EN R&D....16
LA PRISE EN COMPTE DU LIEN ENTRE INNOVATION ET EXPORTATION....19
Objet et problématique de la recherche....23
Contributions de la recherche....26
CONTRIBUTIONS THEORIQUES....26
LITTERATURE RELATIVE A L'EVALUATION DES AIDES A L'INNOVATION....26
LITTERATURE RELATIVE AU LIEN ENTRE INNOVATION ET EXPORTATION....27
CONTRIBUTIONS EMPIRIQUES....27
CONTRIBUTIONS EN TERMES DE POLITIQUES PUBLIQUES....28
Démarche générale et plan de la thèse....29

CHAPITRE 1. LES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION : PERSPECTIVES HISTORIQUE ET INTERNATIONALE....35
1. L'EMERGENCE DE LA POLITIQUE D'INNOVATION DEPUIS 1945....35
1.1. JUSTIFICATIONS THEORIQUES DE L'INTERVENTION PUBLIQUE EN FAVEUR DE L'INNOVATION....35
1.2. DE LA POLITIQUE INDUSTRIELLE A LA POLITIQUE D'INNOVATION....41
1.3. ATTRIBUTION DES AIDES A L'INNOVATION ET TAILLE DES FIRMES SUBVENTIONNEES....46
2. LES MUTATIONS DU POLICY-MIX FRANÇAIS EN FAVEUR DES AIDES FISCALES A L'INNOVATION....51
2.1. AIDES DIRECTES OU AIDES FISCALES A L'INNOVATION ?....51
2.2. LES SPECIFICITES DU CREDIT IMPOT RECHERCHE (CIR)....58
3. SYNTHESE....65

CHAPITRE 2. L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES 69
1. EVALUATION DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION : DES EFFETS POSITIFS SUR LA R&D ET L'INNOVATION, MAIS UN IMPACT SUR L'EXPORTATION LARGEMENT IGNORES 71
1.1. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'INVESTISSEMENT EN R&D DES FIRMES : L'ADDITIONNALITE COMME CRITERE PRINCIPAL D'EFFICACITE DES POLITIQUES PUBLIQUES 71
1.1.1. Le concept d'additionnalité 72
1.1.2. L'impact des aides à l'innovation sur l'activité de R&D des firmes 76
1.2. L'IMPACT DIFFERENCIE DES AIDES DIRECTES ET FISCALES A L'INNOVATION 79
1.2.1. Des critères d'attribution distincts 79
1.2.2. Comparaisons de l'impact des aides directes fiscales à l'innovation 80
1.3. L'EFFICACITE DES AIDES FISCALES A L'INNOVATION EN FRANCE : L'IMPACT DU CREDIT IMPOT RECHERCHE (CIR) 82
1.3.1. Avant la réforme de 2008 82
1.3.2. Après la réforme de 2008 83
1.4. L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION, AU-DELA DE L'INVESTISSEMENT DES FIRMES EN R&D 84
1.4.1. L'impact des aides à l'innovation sur l'innovation technologique, la productivité et l'emploi 85
1.4.2. L'impact des aides à l'innovation sur l'exportation : un effet largement ignoré 87
2. L'IMPACT DE L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES, A COURT TERME 89
2.1. LE LIEN ENTRE INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET EXPORTATION 90
2.1.1. Le lien entre innovation et décision d'exportation à la lumière du cycle de vie du produit 90
2.1.2. Le lien entre innovation et exportation en présence de firmes hétérogènes : productivité, coûts fixes et anticipation des bénéfices 92
2.2. ANALYSES EMPIRIQUES DE LA RELATION ENTRE LES ACTIVITES D'INNOVATION ET D'EXPORTATION 97
2.2.1. Le lien causal entre innovation technologique et exportation 97
2.2.2. Le lien entre R&D et exportation au regard de la stratégie des firmes 99
2.3. LA PRISE EN COMPTE DES AIDES A L'INNOVATION DANS LA LITTERATURE SUR LE LIEN ENTRE INNOVATION ET EXPORTATION 102
3. CADRE D'ANALYSE : IDENTIFICATION DES VECTEURS PAR LESQUELS LES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION IMPACTENT L'EXPORTATION DES FIRMES 104

CHAPITRE 3. ANALYSE EMPIRIQUE DE L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES, EN L'ABSENCE DE PRISE EN COMPTE DU ROLE SPECIFIQUE DE LA R&D....113
1. DONNEES ET VARIABLES UTILISEES DANS L'ANALYSE EMPIRIQUE....114
1.1. L'INTERET DES ENQUETES CIS ET EAE POUR L'EVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES....114
1.2. DEFINITION DES VARIABLES UTILISEES DANS L'ANALYSE ECONOMETRIQUE....120
1.2.1. Modèle bi-varié récursif....120
Variables dépendantes....122
Variables indépendantes....122
Autres variables indépendantes, communes aux deux équations....123
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'innovation....123
Variables indépendantes, spécifiques à l'équation d'exportation....124
Variables instrumentales....125
1.2.2. Méthodologie par appariement....126
Mesure des aides à l'innovation....127
Variables indépendantes, incluses dans le modèle probit....127
Variables de résultat....130
2. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES, EN PRESENCE D'ENDOGENITE ENTRE L'INNOVATION DE PRODUIT ET L'EXPORTATION....131
2.1. LA METHODE BI-VARIEE RECURSIVE....131
2.2. STATISTIQUES DESCRIPTIVES....134
2.3. RESULTATS DE L'ANALYSE BI-VARIEE RECURSIVE....138
2.3.1. Spécifications du modèle....138
2.3.2. Indicateurs de la qualité des estimations....141
2.3.3. Résultats de l'analyse bi-variée récursive, sur l'échantillon total....142
2.4. EXTENSION DE L'ANALYSE : LES SPECIFICITES DES INCITATIONS FISCALES A L'INNOVATION....146
3. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION EN PRESENCE DE SELECTION NON-ALEATOIRE DES FIRMES SUBVENTIONNEES....151
3.1. LA METHODE PAR APPARIEMENT SUR LE SCORE DE PROPENSION....151
3.2. STATISTIQUES DESCRIPTIVES....154
3.3. RESULTATS DE L'ESTIMATION PAR APPARIEMENT....156
3.3.1. Estimation de la probabilité de bénéficier d'une aide à l'innovation (modèle probit)....156
3.3.2. Détermination du score de propension et appariement des firmes traitées et non traitées....160
3.4. EXTENSION DE L'ANALYSE : L'IMPACT SIMULTANE DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES INNOVANTES....165

CHAPITRE 4. LE ROLE CENTRAL DE LA R&D DANS L'EVALUATION DE L'IMPACT DES AIDES PUBLIQUES A L'INNOVATION SUR L'EXPORTATION DES FIRMES.....173
1. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION SUR L'INVESTISSEMENT EN R&D (ETAPES 1 ET 2).....176
1.1. RETOUR SUR L'OBJECTIF PRINCIPAL DES DECIDEURS PUBLICS : EVALUATION DE L'EFFICACITE DES AIDES A L'INNOVATION *(ETAPE 1)*.....176
1.1.1. Echantillons mobilisés et statistiques descriptives.....176
1.1.2. Résultats de l'appariement.....178
1.2. L'IMPACT DES AIDES A L'INNOVATION ENTRE 2002 ET 2004, POUR L'ECHANTILLON APPAREILLE *(ETAPE 2)*.....181
1.2.1. Appariement des deux vagues de l'enquête CIS.....181
1.2.2. Résultats de l'analyse par appariement pour la période 2002-2004.....183
2. L'IMPACT DE LA R&D INDUITE PAR L'INTERVENTION PUBLIQUE SUR LA RELATION ENDOGENE ENTRE INNOVATION DE PRODUIT ET EXPORTATION *(ETAPES 3 ET 4)*.....187
2.1. DEFINITION ET DETERMINATION DES MESURES DE R&D « INDUITE PAR L'INTERVENTION PUBLIQUE » ET « NON-SUBVENTIONNEE » *(ETAPE 3)*.....187
2.1.1. Définition des mesures.....187
2.1.2. Caractéristiques des variables prédites.....189
2.2. L'IMPACT DE LA R&D INDUITE PAR L'INTERVENTION PUBLIQUE SUR LA RELATION ENDOGENE ENTRE L'INNOVATION DE PRODUIT ET L'EXPORTATION *(ETAPE 4)*.....191

CONCLUSION GENERALE.....201
Cadre d'analyse mobilisé.....202
Synthèse des résultats.....205
Les apports de la recherche.....209
Limites et perspectives.....212

BIBLIOGRAPHIE.....216
LISTE DES TABLEAUX.....234
LISTE DES GRAPHIQUES.....237
LISTE DES FIGURES.....239

ANNEXES.....240
ANNEXE 1 : PANORAMA DES DISPOSITIFS DE SOUTIEN NATIONAUX A L'INNOVATION.....241
ANNEXE 2 : REGLES D'ELIGIBILITE DU CIR.....244
ANNEXE 3 : EVOLUTION DES CRITERES D'ELIGIBILITE DU CIR.....245

ANNEXE 4 : METHODE DE CALCUL DE LA PRODUCTIVITE TOTALE DES FACTEURS 246
ANNEXE 5 : DEFINITION DES SECTEURS, CODES NACE DEUXIEME NIVEAU 247
ANNEXE 6 : COEFFICIENTS DE CORRELATION BI-VARIES, ECHANTILLON TOTAL, EQUATIONS D'INNOVATION DE PRODUIT ET D'EXPORTATION 248
Matrice de corrélations, équation d'innovation de produit 248
Matrice de corrélations, équation d'exportation. 249
ANNEXE 7 : LE POURCENTAGE DE PREDICTIONS CORRECTES 250
ANNEXE 8 : MATRICE DE TRANSITION POUR LA VARIABLE D'EXPORTATION 251
ANNEXE 9 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET RESULTATS DE L'ANALYSE BI-VARIEE POUR LES PERIODES 2002-2004 ET 2004-2006 252
ANNEXE 10 : MATRICES DE CORRELATIONS POUR LES SOUS-ECHANTILLONS DIRECT_0 ET DIRECT_1 256
Equation d'innovation, sous échantillon DIRECT_0 256
Equation d'exportation, sous échantillon DIRECT_0 257
Equation d'innovation, sous échantillon DIRECT_1 258
Equation d'exportation, sous échantillon DIRECT_1 259
ANNEXE 11 : METHODOLOGIE DE L'APPARIEMENT SUR LE SCORE DE PROPENSION 260
ANNEXE 12 : COEFFICIENTS DE CORRELATION BI-VARIES, ESTIMATION PAR APPARIEMENT 264
Echantillon total 264
Sous échantillon DIRECT_0_06 264
Sous échantillon DIRECT_1_06 264
ANNEXE 13 : RESULTATS DE L'APPARIEMENT, COMMANDE PSMATCH 2 265
ANNEXE 14 : TESTS DE BALANCE DES ECHANTILLON, OBTENUS A L'AIDE DE LA COMMANDE PSMATCH2 266
Echantillon total 266
Echantillon DIRECT_0_06 267
Echantillon DIRECT_1_06 267
ANNEXE 15 : TEST DE VALIDITE DE L'HYPOTHESE DE D'INDEPENDANCE CONDITIONNELLE (CIA) 268
Echantillon total 271
Echantillon DIRECT_0_06 273
Echantillon DIRECT_1_06 275
ANNEXE 16 : BIAIS D'ESTIMATION LIE AUX VARIABLES DE RESULTAT 277

ANNEXE 17 : PROBABILITE DE BENEFICIER D'UNE AIDE A L'INNOVATION, SOUS ECHANTILLON DE FIRMES INNOVANTES EN PRODUIT 280
ANNEXE 18 : TESTS DE BALANCE DES ECHANTILLON, OBTENUS A L'AIDE DE LA COMMANDE PSMATCH2, FIRMES INNOVANTES EN PRODUIT. 281
Echantillon total 281
Echantillon DIRECT_0_06 282
Echantillon DIRECT_1_06 282
ANNEXE 19 : RESULTATS DE L'APPARIEMENT, COMMANDE PSMATCH 2, SOUS ECHANTILLON DE FIRMES INNOVANTES EN PRODUIT 283
ANNEXE 20 : RESULTATS DE L'APPARIEMENT, COMMANDE PSMATCH 2, VARIABLES RDINT ET RDTOT 284
Echantillon 2004-2006 (CIS5) 284
Sous échantillon de firmes innovantes en produit 284
ANNEXE 21 : COEFFICIENTS DE CORRELATION BI-VARIES, ESTIMATION PAR APPARIEMENT (ECHANTILLON APPAREILLE) 285
ANNEXE 22 : TEST DE BALANCE DES ECHANTILLONS, COMMANDE PSMATCH2 286
ANNEXE 23 : COEFFICIENTS DE CORRELATION BI-VARIES, MODELE BI VARIE RECURSIF (ECHANTILLON APPAREILLE) 287
Equation d'innovation de produit, R&D interne 287
Equation d'innovation de produit, R&D totale 288
Equation d'exportation 288

TABLE DES MATIERES 289

Résumé:

Cette thèse étudie l'impact des aides publiques en faveur de l'innovation sur l'activité d'exportation des firmes. Jusqu'ici, les évaluations empiriques des aides à l'innovation se sont principalement intéressés à l'existence d'un effet sur l'investissement des firmes en R&D (effet additionnel). Si ce critère constitue logiquement le principal indicateur de l'efficacité des aides à l'innovation, il conduit à adopter une vision très partielle de la firme. Les impacts potentiels sur ses décisions stratégiques, en particulier d'exportation, sont largement ignorés. Ce travail de recherche combine deux littératures distinctes qui n'ont pas été mobilisées ensemble à ce jour. D'une part, la littérature visant à évaluer l'efficacité des aides montre que ces dispositifs peuvent induire les firmes à intensifier leurs investissements en R&D. D'autre part, les travaux de Constantini et Melitz, (2007) et Aw *et al.* (2008 ; 2011) mettent en évidence l'interdépendance entre les décisions d'innovation et d'exportation prises par les firmes. De plus, une attention particulière est portée sur les spécificités des aides fiscales en faveur de l'innovation. La méthodologie empirique mise en place combine deux méthodes économétriques, bi-variée récursive d'une part, et par appariement d'autre part. Trois résultats principaux sont mis en évidence.
Tout d'abord, *(1)* les aides à l'innovation impactent la relation causale entre innovation de produit et exportation, sur le court terme. Ce résultat est également observé lorsque l'analyse se concentre sur l'effet des aides fiscales à l'innovation. Ensuite, *(2)* les aides à l'innovation impactent directement l'activité d'exportation des firmes, indépendamment de la réussite du projet d'innovation. Cet effet est observé pour les firmes ayant bénéficié uniquement d'incitations fiscales. En revanche, bénéficier à la fois d'aides directes et fiscales à l'innovation n'induit pas de décisions simultanées en innovation et en exportation. Enfin, *(3)* considérer le rôle central de la R&D permet de montrer que l'impact des aides à l'innovation sur l'exportation constitue une extension de l'efficacité des politiques d'innovation. Ces résultats conduisent à formuler des recommandations en matière de politiques publiques, afin d'améliorer le soutien public des activités d'innovation et d'exportation.

Mots clés : aides à l'innovation, incitations fiscales, innovation, exportation, R&D, évaluation, décisions jointes.

Summary:

This thesis investigates the impact of public subsidies for innovation on firms' export activity. Previous research has focused mainly on understanding the effects of innovation support on investment in R&D (additional effect). While R&D investment is logically the primary indicator of innovation aid effectiveness, this approach ignores potential impact on strategy, particularly on export. Our research framework draws on two distinct streams of literature that have not been mobilized so far. First, the literature which evaluates the impact of aid shows that these devices can induce strategic R&D decisions in firms. Secondly, the work of Constantini and Melitz (2007) and Aw, Roberts and Xu, (2008) emphasizes the interdependence between firms' innovation and export decisions. Particular attention is paid in this study on the effect of innovation tax credits. The empirical methodology utilizes two econometric methods, bi-varied recursive and propensity score matching, generating three main results:
First, (1) innovation support impacts the causal relationship between product innovation and export in the short term. This result is also observed when the analysis focuses on the effect of tax incentives. Then, (2) innovation subsidies impact the export activity of firms directly and simultaneously This effect occurs for firms that have benefited only from tax incentives. However, benefiting from both direct and tax subsidies for innovation does not affect? joint decisions regarding innovation and export. Finally, (3) considering the central role of R&D investments reveals that the impact of innovation subsidies on exports is an extension of the effectiveness of innovation policies. These results lead to several policy recommendations that can be used to improve public support effectiveness for both innovation and export activities.

Keywords: subsidies, tax credits, innovation, export, R&D, evaluation, joint decisions.